





MANUAL COMPLETO DE CERAMICA

x.1410252

C.



MANUAL COMPLETO  
de  
**CERÁMICA**

o fabricación de toda clase  
de  
**OBJETOS DE TIERRA COCIDA**

comprendiendo  
el estudio de las primeras materias empleadas en estas industrias;  
la fabricación de ladrillo macizo,  
huevo y prensado; baldosa, baldosín y tejas de todas clases;  
tuberías, cacharrería común, lozas ordinaria y fina; gres ordinario y fino;  
pipas, botones, dientes, materias refractarias  
y las porcelanas tierna y dura.

Recopilación de los datos más importantes de las mejores publicaciones  
nacionales y extranjeras

por  
**M. GARCÍA LÓPEZ**

**NUEVA EDICIÓN**

Ilustrada con numerosos grabados, ampliada con los más  
modernos procedimientos y adicionada de un apéndice que contiene  
las principales marcas de las porcelanas españolas y extranjeras.

por  
**J. VIDAL Y MARTÍ**

Ingeniero Industrial,  
Profesor de la Escuela Central de Ingenieros Industriales.



MADRID  
LIBRERIA DE LUIS SANTOS  
SUCESOR DE CUESTA

CARRETAS, NÚM. 9

1939

MANUAL COMPLETO  
CERÁMICA

OBJETOS DE TIERRA COCIDA

---

---

Es propiedad de la Librería y  
Casa Editorial de LUIS SANTOS,  
Sucesor de Cuesta.

---

---



R. 185704

# ÍNDICE DEL TOMO SEGUNDO

## TERCERA PARTE

*Fabricación de las diversas clases de productos cerámicos.*

### CAPÍTULO PRIMERO

TIERRAS COCIDAS.—CACHARRERÍA

	Pags.
I.— <i>Ladrillos</i> .....	2
Ladrillerías rurales.....	5
Ladrillos huecos.....	29
II.— <i>Tejas</i> .....	36
Varias instalaciones de ladrillerías-tejerías para trabajar con pastas tiernas, duras y semiduras, con una producción diaria de 5.000 a 38.000 piezas.....	54
III.— <i>Baldosines</i> .....	59
IV.— <i>Tubos de saneamiento</i> .....	63
V.— <i>Cacharrería mate</i> .....	80
Alcarrazas.....	80
Tiestos.....	81
VI.— <i>Cocción de los ladrillos, baldosines, tejas y tubos</i> .....	69
VII.— <i>Barros artísticos</i> .....	82

### CAPÍTULO II

PRODUCTOS REFRACTARIOS

I.— <i>Ladrillos refractarios</i> .....	91
II.— <i>Retortas de gas</i> .....	96
III.— <i>Crisoles</i> .....	98
IV.— <i>Crisoles para las fábricas de vidrio</i> .....	103
V.— <i>Pipas de fumar</i> .....	105
Condiciones de las pipas.....	116
Pipas de fantasía.....	117
VI.— <i>Carborundio</i> .....	118

## CAPÍTULO III

## FAYENZAS

I.— <i>Alfarería común o cacharrería</i> .....	120
Barnices.....	123
Peligros del barniz de plomo.....	126
Objetos de Luisiana.....	129
II.— <i>Lozas comunes o esmaltadas</i> .....	130
Pastas para baldosines y azulejos.....	144
Esmaltes de la loza.....	149
III.— <i>Lozas finas</i> .....	158
Pasta de la loza fina.....	159
Pasta de loza caliza.....	160
Pasta de loza fina de pedernal.....	160
Pasta de loza feldespática..	160
Pasta de Saint-Amand.....	160
Pasta para imprimir sobre el bizcocho.....	161
Pasta de la loza de Creil.....	162
Pasta de la loza de Kéramis.....	162
Pasta de la loza de Forges.....	162
Pasta de la loza de Saint-Amand.....	162
Laboreo de los materiales que entran en la formación de pastas de loza fina.....	162
Barniz para tierra de pipa (Schuman).....	170
Barniz de tierra de pipa (Bastenaire d'Audenard).....	170
Barniz para loza fina de pedernal.....	170
Barniz para loza fina feldespática.....	171
Baño plumizo para pasta cuarzosa.....	171
Baño silíceo alcalino para loza cuarzosa.....	171
Baños borácicos.....	172
Baño alcalino-térreo para pasta dura silícica.....	174
Decorado de las lozas finas.....	175
Cocción de los colores.....	179
Producción de lozas en Europa.....	180
Fabricación inglesa.....	181
Fabricación continental.....	189
Composición del kaolín de Allier.....	191

## CAPÍTULO IV

## GRES CERÁMICO

I.— <i>Gres comunes</i> .....	195
Arcillas del Hohn (Alemania), utilizadas en dicha región para la fabricación del gres común.....	197
Arcillas del Devonshire y del Dorsetshire, empleadas para fabricar utensilios de laboratorio.....	197
Gres común feldespático.....	201
Cacharrería de gres para uso doméstico e industrial...	202
Productos de gres para higiene y limpieza.....	203
Tubos de gres.....	203
II.— <i>Gres cerámicos finos</i> .....	207
Productos lustrados.....	208
Productos mates.....	208
III.— <i>Gres para la construcción</i> .....	224
Baldosines de gres.....	226
Accidentes que pueden ocurrir durante la fabricación..	228

## CAPÍTULO V

## PORCELANAS

I.— <i>Porcelana dura</i> .....	233
Pasta de Munich.....	238
Pasta de Viena.....	239
Pasta de Meissen.....	239
La industria de la porcelana en varios países.....	261
Fabricación de la porcelana en China.....	268
Porcelana japonesa.....	271
Dientes artificiales.....	272
II.— <i>Porcelana tierna, su naturaleza y fabricación</i> ..-	
Porcelana tierna continental.....	273
Porcelana tierna inglesa.....	279
Porcelana tierna parían.....	284
Porcelanas tiernas para botones, imitación de piedras naturales, perlas, etc.....	286

## CAPITULO VI

## DECORADO DE LOS PRODUCTOS CERÁMICOS

I.— <i>Oxidos metálicos</i> .....	292
1.º—Óxidos de hierro.....	294
2.º—Óxidos de manganeso.....	295
3.º—Óxidos de cromo.....	295
4.º—Óxidos de cobalto.....	295
5.º—Óxidos de urano.....	296
6.º—Óxidos de oro.....	297
7.º—Óxido de platino.....	298
8.º—Óxidos de iridio.....	299
II.— <i>Engobes</i> .....	305
III.— <i>Esmaltes</i> .....	308
Esmaltes fusibles para fondos.....	309
Esmaltes duros para fondos.....	312
Esmaltes fusibles para pinturas.....	316
IV.— <i>Colores</i> .....	320
Cocción de los colores.....	340
V.— <i>Metales</i> .....	341
VI.— <i>Lustres metálicos</i> .....	346
Lustre de Burgos.....	346
Lustres de oro.....	347
Lustre de platino.....	349
Lustre de plata.....	349
Lustre de cantárida.....	350
Lustre de cobre español.....	350
Lustres de bismuto.....	351
VII.— <i>Procedimiento de adorno en una sola cocción</i> .....	355
Relieves de color.....	356
Aplicación de lustres, colores, etc.....	357

## APÉNDICE

Composición química de las arcillas.....	360
Relación de las marcas de las porcelanas fabricadas en las principales manufacturas europeas y orientales.....	371



# TERCERA PARTE

---

## Fabricación de las diversas clases de productos cerámicos.

---

### CAPÍTULO PRIMERO

#### TIERRAS COCIDAS.—CACHARRERÍA

Llegados a la tercera parte de nuestra obra, ya hemos manifestado el propósito de dar a conocer en ella los detalles de procedimiento empleados en las fabricaciones diversas que, tomando las tierras cocidas por base, pueden conducir a la obtención de objetos cerámicos.

Conocidos como ya nos son los medios generales de explotación y manipulación de los diversos materiales empleados en estas industrias, sólo nos resta detallar en esta parte de la obra algunos procedimientos especiales empleados en determinados casos, las composiciones que, según la mayor o menor delicadeza de los productos, deban tener las pastas y cubiertas, así como el mayor o menor trabajo que deba emplearse en el laboreo de estas pastas, y, finalmente, las diversas clases de hornos convenientes a las cocciones de estos diferentes objetos.

Ya hemos dicho en el tomo I que las tierras cocidas son cacharrerías permeables no recubiertas de

baño, y cuya pasta no puede calentarse a grandes temperaturas sin deformarse o vitrificarse.

Por más que estas condiciones abarcan productos muy diferentes como forma y como aplicación, se pueden todos distinguir perfectamente de las demás manufacturas cerámicas, y hasta clasificarse las de este grupo en los siguientes órdenes y clases:

1.º Ladrillos o tierras cocidas empleadas en la construcción. Este orden tiene cinco variedades, que son según su forma: ladrillos macizos ordinarios, ladrillos huecos, ladrillos finos de fachada, ladrillos vitrificados y ladrillos aligerados.

2.º Tejas o tierras cocidas para las cubiertas de edificios, que pueden ser comunes y negras.

3.º Baldosas, baldosines y demás materias similares empleadas en el revestido de muros y pavimentos.

4.º Tubos de tierra cocida para canalizaciones, drenajes y cañerías sin presión.

5.º Tierras cocidas llamadas *terra-cotas*, empleadas en los decorados arquitectónicos de edificios.

6.º Cacharrería común de usos domésticos, como por ejemplo: ollas, pucheros, cazuelas, etc.

7.º Hidroceramos, alcarrazas, botijos, etc.

8.º Retortas y crisoles.

9.º Cacharrerías lustradas, cuya pasta está cubierta en todo o en parte de un baño o lustre.

## I.—Ladrillos.

Los ladrillos son piedras artificiales de forma de paralelepípedos de muy poca altura, obtenidas mediante el moldeado y cocción de arcillas de composición conveniente.

Hoy se fabrican muy diversas clases de ladrillos, como se han enumerado de una manera general en las líneas anteriores, pero todas ellas han de presentar aristas vivas y sin deformaciones, han de ser resistentes a la presión y a la percusión, de peso relativamente ligero para que puedan ser manejados con facilidad, de composición homogénea para que no ofrezcan sitios de mínima resistencia y, finalmente, han de ser medianamente porosos para que el mortero, el yeso o el cemento que luego se les aplica al construir con ellos las paredes, adhiera bien a ellos.

El tamaño de los ladrillos españoles varía de unas a otras regiones, según la aplicación a que se les destine; debiéndose observar que el ancho del ladrillo no conviene, en ningún caso, que pase de los 15 centímetros, para que el albañil pueda cogerlo cómodamente con la mano abierta. Las dimensiones del más corriente son  $28 \times 14,5 \times 0,045$  centímetros.

Según puede observarse el ancho del ladrillo es igual a la mitad de la longitud más la mitad de una junta, y el grueso es, como máximo, la mitad del ancho.

En los demás países de Europa, las dimensiones también son muy variables. El ladrillo más pequeño es el belga, llamado Dordeling, que mide  $15 \times 7,3 \times 3,8$  y el mayor es el empleado en Suecia y Noruega, que mide  $30 \times 14,5 \times 7,5$ . En los Estados Unidos es muy corriente el de  $20,5 \times 10 \times 6$ .

El uso de los ladrillos se remonta a la mayor antigüedad. Vitrubio, que describe su fabricación, asegura que se encontraban en la mayor parte de los monumentos de Egipto y Asia.

Los ladrillos cocidos se obtienen exponiendo al

fuego una pasta formada de arcilla mezclada con más o menos arena; su uso es anterior a la fundación de Babilonia, siendo difícil precisar la época en que empezaron a usarlos los griegos y romanos.

Los ladrillos comunes destinados a las construcciones ordinarias se fabrican con arcillas más o menos arenosas y margas arcillosas; cuando las arcillas son demasiado plásticas, los ladrillos, como hemos dicho, estarían expuestos a deformarse y agrietarse y entonces se modifica la composición de la pasta con adiciones de arena fina o de margas calizas; cuando, por el contrario, las arcillas no tienen bastante plasticidad, se les agregan margas y algunas veces arcilla plástica, cuyo precio es demasiado elevado para esta clase de materiales. Las tierras arcillosas pocas veces son puras, pues contienen casi siempre granos de caliza y pequeñas piedras silíceas, por cuya razón hay siempre necesidad de prepararlas.

Las tierras así preparadas son bastante fusibles, y por ello los ladrillos fabricados con ellas deben ser cocidos a temperatura moderada, siendo, por lo tanto, porosos y quebradizos. En algunas fábricas, y sobre todo en Inglaterra, se agrega bastante cal a las pastas ya sea al estado de marga caliza, ya a cualquiera otro, para aumentar la fusibilidad hasta el extremo de que los ladrillos experimenten por la cocción un principio de vitrificación; otras veces, cuando se tiene ocasión, se incorpora a la pasta una cierta proporción de cenizas de hulla, las cuales obran, no solo como cemento para impedir la deformación y contracción de la pasta durante la cocción, sino que además facilitan notablemente la regularidad de la cocción, aumentando la con-

ductibilidad del calor. Se ha observado, en efecto, que los ladrillos preparados por este procedimiento son más compactos, más sonoros y resisten mejor que los demás la acción de los agentes atmosféricos.

#### LADRILLERÍAS RURALES

La fabricación del ladrillo ordinario o común puede hacerse al pie mismo de la cantera de donde se extrae la arcilla empleada en su confección o bien en establecimientos de planta, a los cuales son llevadas las arcillas desde puntos más o menos distantes. Sin embargo, esta última manera de proceder no es ni puede ser la más frecuente por la razón de que el ladrillo ordinario es un producto basto, de precio muy bajo, que ha de fabricarse con un fin de economía extraordinaria para que la industria resulte remunerativa. No podrá, pues, en la inmensa mayoría de los casos, resistir el gasto de transporte de la arcilla a la fábrica, ni en el caso de que la cantera esté próxima, resultando de ello que la casi totalidad del ladrillo ordinario es fabricado en el campo, al aire libre, y es cocido también en montón mediante un combustible de poco precio.

Describiremos, pues, primeramente, la fabricación rural del ladrillo ordinario y luego trataremos de la fabricación mecánica de los ladrillos de confección más esmerada.

Las ladrillerías rurales, salvo casos especiales, suelen implantarse en los alrededores de los núcleos de población de cierta importancia, y emplean en la fabricación las arcillas que dichos alrededores ofrezcan. Varía, pues, mucho la composición de la pasta de los ladrillos de unas a otras poblaciones, pero salvo muy

contadas excepciones, es siempre posible preparar una mezcla de tierras conveniente o a propósito para que el ladrillo moldeado salga del molde sin que se deforme y que luego seque sin abarquillarse ni agrietarse.

Existe de muy antiguo la costumbre de cavar las arcillas y dejarlas expuestas durante los meses de invierno a la intemperie, para lo cual se extraen en el otoño. El frío y las heladas, reaccionando sobre ellas, dividen su masa hasta en las partes más ocultas, sobre todo si se tiene cuidado de removerlas con frecuencia por medio de palas. La experiencia ha demostrado que cuanto más tiempo está una arcilla así expuesta antes de emplearse, mejor desarrolladas posee sus condiciones de utilidad cerámica. Es de observar, no obstante, que esta exposición al aire, muy de recomendar en esta fabricación rudimentaria de los ladrillos, no es indispensable cuando se trata de la fabricación mecánica de que luego hablaremos.

Como las arcillas no contienen la cantidad de agua necesaria para hacer una pasta que se preste al trabajo, es preciso añadirsele y para ello se cava un foso en el terreno y se forra de tablas o ladrillos; la arcilla, previamente asoleada y desterronada, se deposita en él en capa cuyo espesor no debe pasar de medio metro y se la recubre de agua, removiendo la masa de tiempo en tiempo; esta es una operación de la que no puede prescindirse, tanto si los ladrillos han de hacerse a mano como mecánicamente.

La arcilla, convenientemente húmeda, pasa a sufrir el amasado, el cual se efectúa por medio del pisado de los obreros que, extendiendo la masa arcillosa en capas delgadas, pisan sobre ella removiéndola e incorporán-

dola hasta que han logrado formar una pasta bien homogénea, que depositan en fosos, de los que se va extrayendo para el moldeado.

Para verificar el moldeado a mano es necesario disponer de una gran esplanada o era que tenga de 1.500 a 2.000 metros cuadrados, por lo menos, perfectamente apisonada y enarenada; el oficial moldeador o cortador tiene cerca de sí un montón de arcilla preparada que otro operario le lleva y una tina de madera mediada de agua en la que es costumbre dejar la *gradilla* y la *rasera*, mientras no se usan. La *gradilla* consiste en un ensamblado rectangular de madera (figura 106), a veces forrada de fleje de hierro en varias de sus partes, y de tales dimensiones, que *a b* y *d c* sean, respectivamente, el ancho y el largo que se

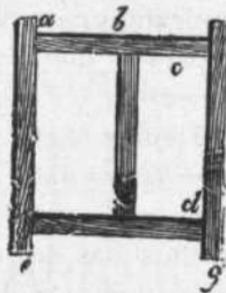


Figura 106.— Gradilla.

quiera dar a los ladrillos elaborados, más la contracción que sufre la pasta por el desecado y la cocción y el grueso del aparato sea el mismo que el que deban tener los ladrillos, también aumentado con la contracción; la *rasera* o *rasero* es simplemente un listón de madera bien liso y más largo que el ancho *g e* de la gradilla.

Para moldear, el cortador coloca la gradilla en el suelo, y tomando con sus dos manos una conveniente cantidad de arcilla, la lanza con fuerza contra ella, de tal modo, que llene perfectamente los ángulos; la oprime e iguala después con la mano y quita el exceso de tierra que sobresalga de la gradilla; toma después

la rasera húmeda de la tina y la pasa sobre el molde arrastrando con ella todo el exceso de tierra; en seguida coge los dos extremos *e g* de la gradilla, y elevando ésta con precaución, deja sobre el suelo dos paralelepípedos de arcilla de la dimensión de dos ladrillos, y baña en la tina la gradilla para volverla a colocar en el suelo al lado de los ladrillos moldeados y repetir la operación; un buen cortador puede por este medio en un día de trabajo confeccionar unos 6.000 ladrillos, empleando para esto unos 8 metros cúbicos de tierra preparada, que pesan 10 toneladas métricas aproximadamente.

Hemos dicho que los ladrillos quedan alineados sobre la era unos al lado de otros; cuando el tiempo es bueno y el sol calienta regularmente, no necesitan estos ladrillos más que doce horas para enjugarse y poder ser manejados; si, por el contrario, 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; hay que tener cuidado, si se teme una lluvia, de cubrirlos con paja, aunque este recurso poco suele evitar el daño y es muy raro que se recurra a él y, en una palabra, es preciso velar para que la desecación se haga lo más regularmente posible, porque de ella depende en gran parte la solidez y calidad de los ladrillos.

Cuando los ladrillos han adquirido suficiente dureza se les cortan las rebabas o *charrandean*; para esto los encargados de practicar esta operación, que suelen ser mujeres o muchachos, llevan dos cuchillos, uno en cada mano, que pasan a lo largo y ancho de los ladrillos tendidos, cortando las partes salientes que tuvieren las aristas de los ladrillos, y otro muchacho va detrás del

anterior levantando los ladrillos y colocándolos sobre una de sus caras más pequeñas, apoyados entre sí, dos a dos, de modo que el aire pueda circular entre ellos.

Cuando ya están perfectamente secos, los ladrillos pasan a formar *rejales*, los cuales consisten en pilas formadas de ladrillos puestos de canto, colocados en cada capa horizontal, ya con direcciones perpendiculares a la inmediata inferior, ya siempre con igual dirección, pero de modo que el aire pueda circular entre ellos; se forman así muros del espesor de cuatro ladrillos de largo, como se representa en la figura 107, con una altura equivalente al ancho de 12 y una longitud indefinida; en las grandes fábricas, estos rejales se hacen en espacios cubiertos por los que pueda circular el aire.

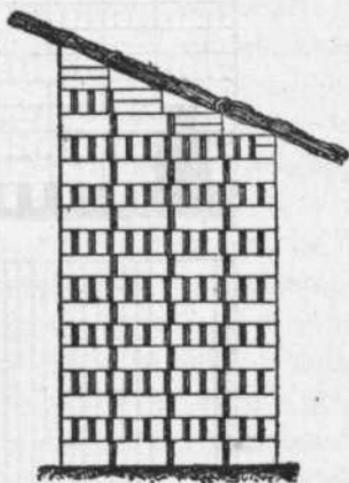


Figura 107. - Rejal para la desecación espontánea de los ladrillos.

Aunque al final de este capítulo hemos de tratar de la cocción de los productos cerámicos de simple barro cocido, describiremos aquí la manera de practicar la cocción del ladrillo ordinario en las ladrillerías rurales, por ser una operación especial y solo practicada en dicha clase de ladrillerías.

La cocción al aire libre, ya ha sido descrita en la segunda parte de la obra; este procedimiento es complementario del moldeado a mano de los ladrillos ordinarios. El emplazamiento del horno debe hacerse en sitio

llano y al abrigo de las aguas, pero cerca de los rejales de ladrillos secos para evitar gastos de mano de obra.

Se empieza por colocar una primera serie de ladrillos de canto, ya cocidos, procedentes de otras cochuras anteriores, como se indica en la figura 108, de modo que

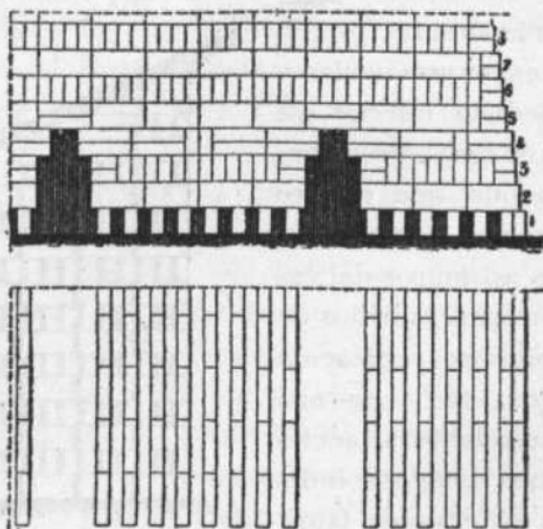


Figura 108.—Cocción de ladrillos al aire libre.

se cubra un cuadro de 10 ó 15 metros de lado; sobre esta primera serie se coloca otra segunda de ladrillos también cocidos (hasta la sexta hilada no se empiezan a colocar ladrillos crudos), colocados perpendicularmente a los primeros y con igual separación entre las filas: la tercera capa se coloca también con los ladrillos de canto, pero dispuestos de modo que sólo dejen entre sí un vacío de dos a tres centímetros; al colocarlo se llenan 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 pre-

cedentes, 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 cuidado de dar al macizo que resulta la forma piramidal con las caras ligeramente inclinadas al interior, como se indica en el dibujo. Entre la sexta y 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. Como hemos dicho, hasta la quinta hilada inclusive, se emplean ladrillos cocidos procedentes de otras operaciones anteriores; de la sexta en adelante, la carga se hace con adobes sin cocer entre los que se interponen capas de carbonilla o polvo de hulla; la carga del horno se completa hasta la altura de siete a ocho metros y después se recubren las caras exteriores de arcilla o bien con ladrillos en crudo, o cocidos, puestos de canto, esto es, de plano contra la pared del horno.

Cuando se ha terminado la carga, se prenden las virutas de los conductos inferiores y se vigila la marcha del fuego, procurando que sea igual, para lo cual se cierra más o menos la entrada de los conductos, y tapando con arcilla o tierra amasada los sitios en que se produzcan chimeneas o salidas sucesivas de humos: el accidente más temible de esta operación, es la lluvia que pudiera sobrevenir durante la cocción. Los hornos contienen de 200.000 a 1.000.000 de ladrillos, de los que una sexta parte son perdidos por exceso de cocción; el consumo de combustible varía de 140 a 180 kilogra-

mos de polvo de carbón por millar de ladrillos, según la calidad del combustible y el tamaño del horno.

En el tomo I hemos hablado ya de la cocción de los objetos cerámicos, y hemos indicado el horno cerrado, figura 99, en el que también pueden cocerse los ladrillos cuando la carga se hace simultáneamente con materiales de varias formas, tales como tejas, ladrillo hueco, etc.

Cualquiera que sea la clase del horno y la naturaleza del combustible que se emplee, todas las partes interiores de la masa no se elevan a la misma temperatura, de lo cual resulta que los ladrillos de una misma hornada no están igualmente cocidos, y tienen, por lo tanto, diversas cualidades.

Los que ocupan el tercio inferior de la altura del horno son los más apreciados, por la razón de que están cocidos al grado más conveniente.

Varios hornos han dado por término medio las siguientes proporciones de productos de diversas cualidades:

Ladrillos de 1. <sup>a</sup> —Cocción perfecta: propios para obras hidráulicas.....	0,40
Ladrillos de 2. <sup>a</sup> —Cocción perfecta: algo deformados, destinados a cimientos.....	0,15
Ladrillos de 3. <sup>a</sup> —Buenos para ser tallados, destinados a muros.....	0,25
Ladrillos de 4. <sup>a</sup> —Muy tiernos y en pedazos, destinados a macizos.....	0,10
Desperdicios.....	0,10
	1,00

## MOLDEADO MECÁNICO

En las construcciones delicadas se emplean en el día unos ladrillos que tienen una forma perfectamente regular, una homogeneidad perfecta, y llevan en sus caras practicada una entalladura en la que, alojándose el mortero empleado en las construcciones, hacen que los ladrillos aparezcan al exterior con unas juntas y asientos sumamente finos. Estos ladrillos se obtienen por el moldeado o elaboración mecánica.

Varias son las máquinas empleadas en este procedimiento, fundadas todas en someter la pasta, convenientemente preparada, a una fuerte presión dentro de moldes metálicos, y produciendo de este modo unos ladrillos muy compactos con las impresiones que llevan en relieve las caras de estos moldes; sólo diremos que una de estas máquinas puede producir al día 15.000 ladrillos y puede costar unos 400 francos. Hace algún tiempo que se fabrican por medio de máquinas semejantes a las que antes hemos indicado, ladrillos que tienen mayor dimensión que los ordinarios, y están atravesados longitudinalmente de cuatro cavidades que los aligeran considerablemente en su peso, por lo que reciben el nombre de ladrillos huecos o tubulares.

Estas máquinas se clasifican teniendo en cuenta el útil que sirve para formar el ladrillo, y se clasifican en dos diferentes grupos.

En el primero de ellos se comprenden todas aquellas que operan por moldeado propiamente dicho; es decir, las máquinas compuestas de uno o varios moldes que reciben desde luego la tierra, en los cuales se la comprime. El segundo grupo se compone de máquinas

que obran por laminado; esto es, de máquinas que con la pasta confeccionan prismas continuos de sección y forma a propósito según la clase de ladrillos que han de fabricarse, y luego cortan estos prismas en longitudes de la conveniente dimensión.

*Moldeado con prensas.*—Entre las máquinas de moldear ladrillos citaremos como más sencilla y fácil de armar en cualquier parte la antigua máquina de ladrilleros, empleada en los alrededores de París.

Se compone esta máquina, figura 109, de una capa-

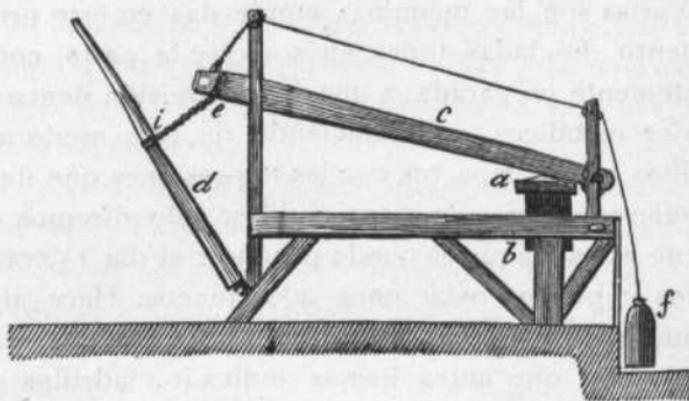


Figura 109.—Prensa antigua de moldear ladrillos a brazo.

cidad o molde de cobre o bronce, a la que sirve de tapa la pieza *a*; la palanca *c*, enlazada por la cadena *e* y el collar *i* a la palanca de maniobra *d*, sirve para comprimir la tierra depositada en el molde. El contrapeso *f* tiene por objeto mantener levantadas las dos palancas cuando el aparato no funciona, y *b* es el tablado de moldeo, que se espolvorea con arena fina.

La maniobra de este aparato es sumamente sencilla; un ayudante levanta la cubierta *a*; el moldeador toma con una pala la cantidad de tierra suficiente para llenar el molde, y la pone dentro de él; el ayudante regulariza

con una paleta la tierra colocada, y en seguida coloca la tapa: el moldeador acciona entonces sobre la palanca *d*, hasta que su extremidad llega a tocar al suelo; la palanca *e* desciende y se apoya sobre la tapa *a*, y comprime la pasta colocada dentro del molde; esto hecho, se abandona la palanca *d*, y el conjunto toma su primera posición a consecuencia del contrapeso *f*; el operario hace salir el ladrillo del molde, después de quitar la

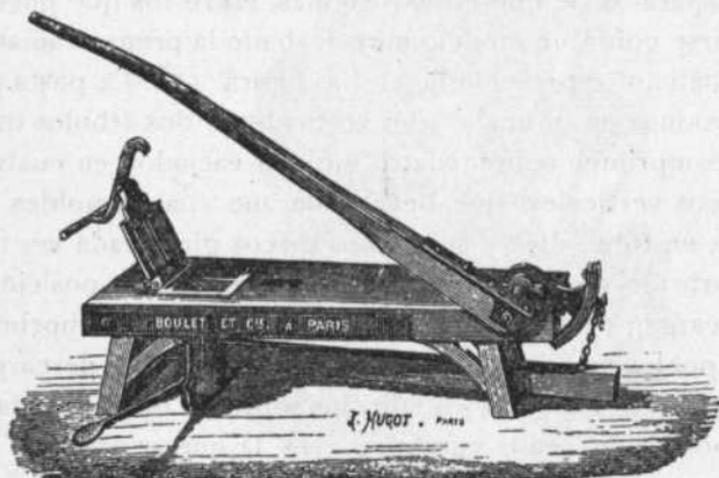


Figura 110.—Prensa de Boulet para moldear ladrillos a brazo.

tapa *a*, operando sobre una palanca que levanta el fondo movable del molde.

Se debe arreglar la longitud de la cadena de tal modo, que cuando el extremo de la palanca *d* toque al suelo, la palanca *e* produzca el máximo de su efecto sobre la tapa del molde.

Otra prensa muy empleada en las pequeñas producciones es la de Boulet, representada en la figura 110, que lleva dos moldes de bronce, movibles, con tapas de charnela cerradas por una palanca de corchete. Des-

pués que el molde se ha llenado a mano con pasta bastante seca, haciendo uso de la doble palanca, se ejerce una fuerte presión sobre los fondos de los moldes, y después se alza la tapa, haciendo subir el producto moldeado por medio de un pedal; un moldeador, asistido de dos ayudantes para poner la pasta y retirar los ladrillos, puede fabricar 300 por hora.

Para las grandes producciones hay una infinidad de aparatos de diferentes sistemas, entre los que puede citarse como un modelo muy acabado la prensa llamada Leviathan, representada en la figura III. La pasta se introduce en un malaxador vertical con dos árboles que la comprimen sobre cuatro moldes vaciados en cuatro discos verticales, que lleva cada uno cuatro moldes, o sea, en total, diez y seis; estos discos giran cada vez un cuarto de vuelta, y se detienen: en la primera posición, se cargan de pasta; en la segunda, la pasta es comprimida por los mandriles; en la tercera, se verifica la descarga del molde, cayendo los ladrillos sobre un disco circular, y por último, en la cuarta, que es la que representa la figura, se verifica un lubricado automático con una bomba que lanza aceite sobre los órganos del aparato. La producción de esta máquina es de 4.000 ladrillos por hora.

En las máquinas del segundo grupo, hay también diversidad de modelos, y en ellas la dificultad mayor es la de obtener un prisma de barro de consistencia aceptable homogénea en toda su masa. Además, en muchas ocasiones, las paredes del prisma dejan mucho que desear en cuanto a su igualdad o lisura.

Para resolver el primero de los dos defectos citados se han ideado hileras cuyo marco se ha modificado en

el sentido de poder disminuir el frotamiento en los ángulos del prisma. En efecto; el prisma de pasta al salir de la hilera frota igualmente por toda su super-

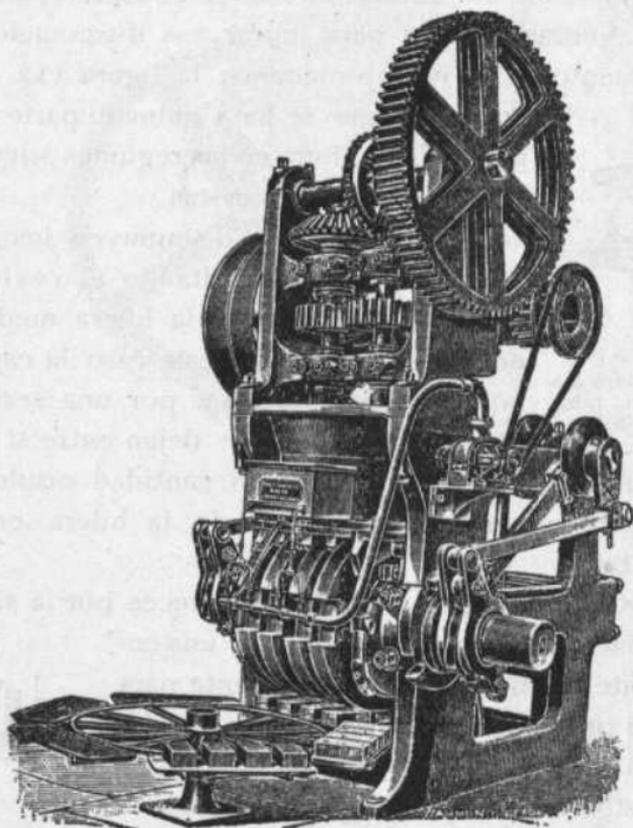


Figura 111.—Prensa mecánica para moldear ladrillos.

ficie contra el marco o boca de la hilera, y por consiguiente, la pasta de las aristas del prisma se encuentra sometida a un frotamiento que puede considerarse casi como el doble del que sufre la pasta en el centro de las caras. De ahí que durante la desecación de los ladrillos y, sobre todo, durante la cocción, se produzcan va-

riaciones de forma por la desigual contracción sufrida por esa masa desigualmente comprimida, resultando en definitiva productos defectuosos que no es posible lanzar al mercado sin una depreciación considerable. Una de las hileras ideadas para lograr esa disminución de frotamiento es la representada en la figura 112, en la



Figura 112.  
Hilera para máquina de fabricar ladrillos.

cual se ve que se ha eliminado parte de la pared de la hilera en las regiones adyacentes a los ángulos o aristas.

Otras veces se disminuyen los rozamientos citados, facilitando el resbalamiento del prisma por la hilera mediante una lubricación. En este caso la caja de la hilera está formada por una serie de aros (figura 113) que dejan entre sí unas aberturas por las cuales mana en cantidad prudencial el agua que penetra en la caja de la hilera por el tubo T.

Esta lubricación se consigue a veces por la simple trasudación del agua contenida en una envoltente de piel, lo cual es suficiente para que el prisma de barro se deslice sin dificultad.

Estos sistemas de lubricación tienen al propio tiempo la ventaja de que resuelven el segundo de los defectos antes citados, puesto que efectúan el alisamiento de la superficie de las cuatro caras del prisma de barro.

Entre las máquinas de este sistema de moldeo citaremos primeramente la de Dovie, representada en la figura 114.



Figura 113.  
Hilera lubricada con agua.

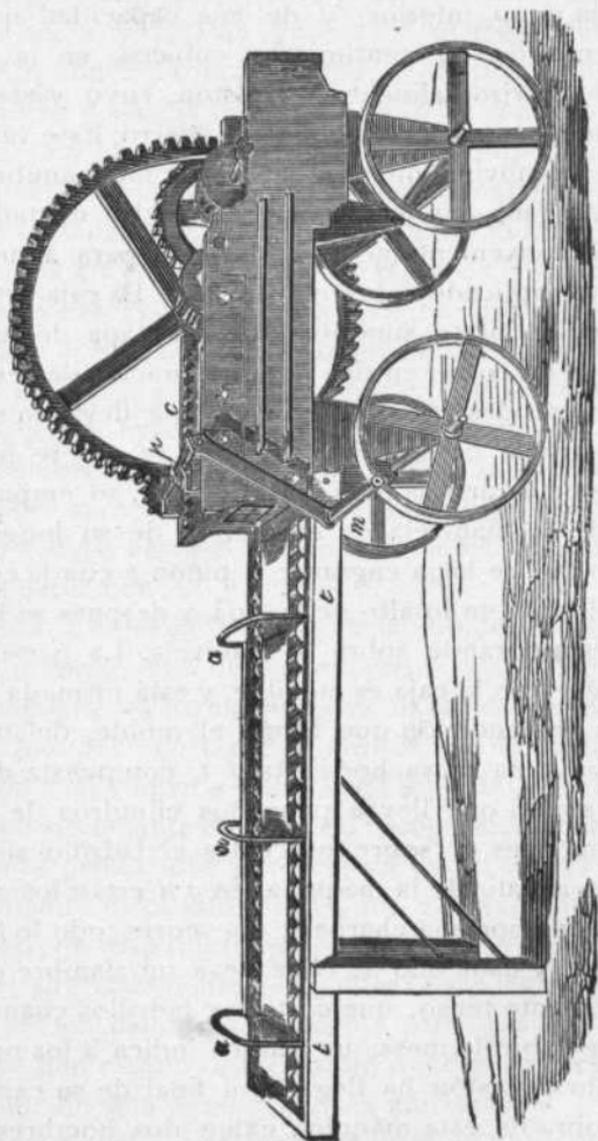


Figura 114. - Máquina de Doyte para moldear ladrillos con hileras, movida a brazo

Se compone de una caja de fundición perfectamente alisada en su interior, y de una capacidad aproximadamente de 34 centímetros cúbicos, en la cual se mueve horizontalmente un pistón, cuyo vástago está formado por una cremallera de hierro. Este vástago se pone en movimiento por medio de un manubrio *m*, el cual engrana con un sistema de ruedas dentadas y piñones convenientemente dispuestos para aumentar el esfuerzo aplicado sobre el manubrio. La caja está cerrada por su parte superior por una tapa de fundición que puede correr en dos ranuras practicadas en lo alto de las paredes laterales, y esta tapa lleva en su parte exterior una cremallera *c*; cuando se quiere hacer correr en sus ranuras para abrir la caja, se empuja el árbol de la manivela en el sentido de su longitud, de modo que se haga engranar el piñón *p* con la cremallera colocada en lo alto de la tapa, y después se hace correr ésta obrando sobre la manivela. La pared o cara delantera de la caja es movable, y está formada por una placa de fundición que forma el molde; delante de la caja hay una mesa horizontal *t t*, compuesta de varias telas sin fin que llevan pequeños cilindros de madera bien móviles, y sobre los cuales el ladrillo sin fin se coloca al salir de la máquina; en *a a* están los arquillos enlazados por una charnela, que corre todo lo largo de la mesa, y cada uno de ellos lleva un alambre de latón fuertemente tenso, que corta los ladrillos cuando se le rebate sobre la mesa; un timbre indica a los operarios cuándo el pistón ha llegado al final de su carrera. La maniobra de esta máquina exige dos hombres y tres muchachos, que trabajan del modo siguiente:

Supongamos que la pasta sea conducida al pie de

la máquina en proporciones de 0<sup>m</sup>,40 de longitud por 0<sup>m</sup>,25 de ancho y 0,20 de grueso, y que la caja esté abierta. Un hombre toma la pasta y la proyecta con fuerza dentro de dicha caja con objeto de sentarla bien comprimida y expulsar el aire lo más completamente que sea posible; cuando la caja está completamente llena se cierra la tapa que, corriendo en sus ranuras, corta toda la pasta en exceso que sobresale de la caja; esta tierra excedente se quita para que no estorbe en la maniobra, y después, el operario que antes hemos dicho, ayudado por otro, pone el émbolo en movimiento. A medida que éste avanza, la tierra que comprime se escapa por las aberturas del molde, y el prisma que sale se apoya sobre las telas sin fin que él mismo pone en movimiento y llega hasta el extremo de la mesa sin deformarse sensiblemente.

Cuando la extremidad del prisma moldeado llega al final de la mesa, uno de los operarios abandona momentáneamente el manubrio para hacer descender el aparato que debe cortar los ladrillos a la conveniente dimensión y le vuelve a levantar en seguida; un muchacho, colocado delante de la mesa, recoge sucesivamente los ladrillos producidos y los coloca en secadores convenientemente dispuestos, ya en era; ya en estantes, según el terreno disponible, pero siempre de modo que circule el aire libremente entre ellos; después de algún tiempo, se los cambia de posición para que las caras sobre que han estado descansando queden expuestas a la evaporación y la desecación sea uniforme.

Cuando el pistón ha llegado al extremo de su carrera se abre la caja como se ha explicado, y después, manobrando la rueda grande que se ve al costado de la

máquina, se hace retroceder el pistón colocándole en su punto de partida, después de lo cual se llena la caja para repetir las operaciones antes descritas.

El trabajo de esta máquina está sujeto a pérdidas de tiempo equivalentes próximamente a un tercio del tiempo total empleado, durante el cual un obrero y un muchacho permanecen ociosos. Con objeto de hacer desaparecer, o por lo menos disminuir este inconveniente de los momentos de parada, se ha dispuesto una máquina de doble efecto que no es más que la reproducción simétrica de la que acabamos de describir.

Esta máquina de moldear, de doble efecto, se compone de un doble pistón movido por engranajes que funciona en el interior de dos cajas prismáticas de fundición colocadas en un macizo y abriéndose por su parte superior por medio de fuertes tapas; cada caja lleva en su cara anterior una hilera, detrás de la cual hay una criba o enrejado para limpiar las tierras; una mesa larga formada por rodillos envueltos en paño ordinario es la continuación de cada hilera, y en esta mesa hay además un bastidor móvil sobre el que hay alambres de hierro colocados entre sí a distancias iguales a la longitud de los ladrillos, los cuales hacen el oficio de cuchillos.

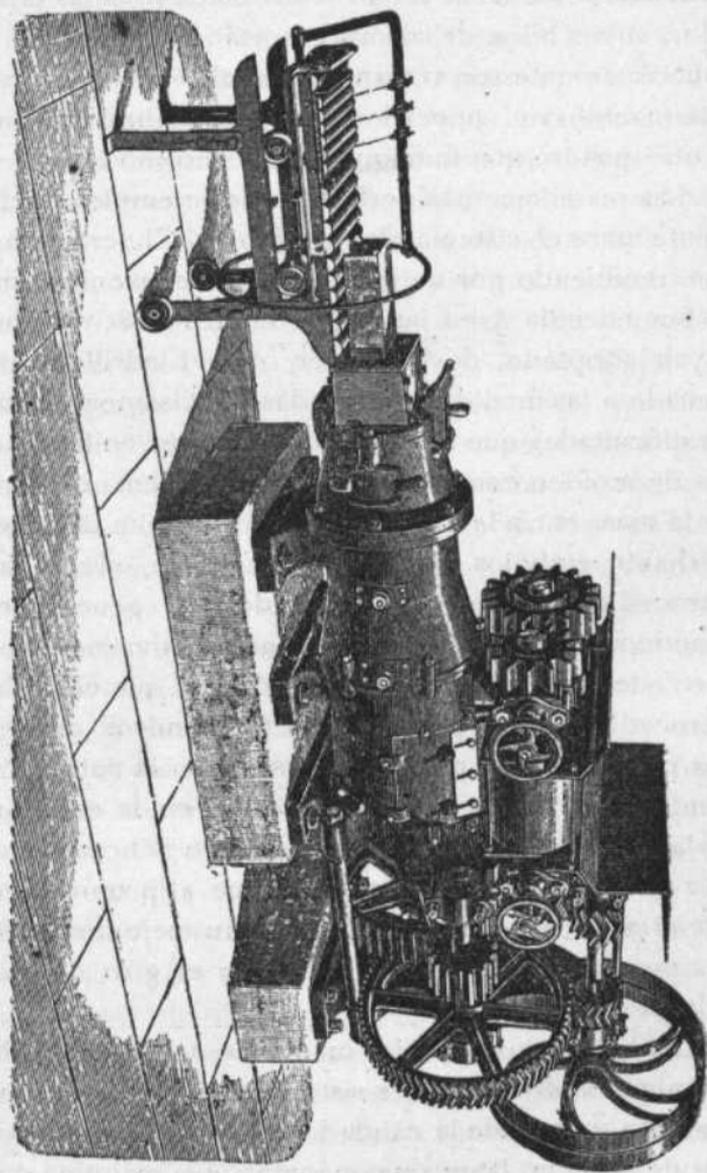
El obrero principal llena una de las cajas con la tierra salida de la cuba de amasar, y cierra fuertemente su tapa, poniendo al mismo tiempo el aparato en marcha; bajo el esfuerzo del pistón, la tierra arcillosa pasa a través de la criba, que intercepta a su paso todos los cuerpos extraños de un diámetro superior a 5 milímetros, y después pasa por la hilera que la moldea, y la deja salir en la forma de sólidos prismáticos que

marchan paralelamente sobre los rodillos de la mesa; verificada la salida se rebate sobre estos prismas el bastidor, cuyos hilos de alambre cortan los ladrillos, que inmediatamente son transportados al secador. Durante esta maniobra el operario ha tenido tiempo de cargar el otro pistón, que funciona del mismo modo.

Las máquinas más perfectas que se emplean actualmente para el sistema de moldeo a la hilera, son las que, recibiendo por un lado la mezcla convenientemente humedecida y en las proporciones relativas que se hayan adoptado, devuelve por otra el ladrillo confeccionado a las medidas convenidas. Precisamente una de las dificultades que ha habido que vencer en las máquinas de moldeo con hilera ha sido el sistema de avance de la masa hacia la hilera, dificultad resuelta unas veces mediante émbolos que, alternativamente, avanzaban y retrocedían, sistema que ha sido casi generalmente abandonado por estar la máquina inactiva una buena parte de la jornada, esto es, cada vez que el émbolo retrocedía, y otras por sistemas de cilindros, constituidos por uno o dos pares de ellos, según la naturaleza o condiciones de las tierras empleadas en la confección de la pasta, o por juegos de paletas o hélices, sistema este último el más adoptado, porque al propio tiempo que el avance de la masa se logra un mejoramiento de ella por la malaxación que sufre por el giro de dichas paletas o hélices.

Ya hemos visto en las máquinas anteriores aplicados algunos de estos tres sistemas; y se ha logrado un aumento grande de la calidad de la pasta, combinando dos de ellos en la misma máquina. La máquina construída por la casa Boulet, de París (figura 115), perte-

Figura 115.—Máquina hilera de Boulet para fabricar ladrillos.



nece a este tipo de hileras perfeccionadas; en ella la mezcla de tierras se recibe, previamente humedecida, en la tolva de alimentación de un par de cilindros para triturlarla al grado conveniente de finura, pasando inmediatamente a un malaxador de hélice que al propio tiempo empuja la masa hacia la hilera. De este aparato hay tipos para distintas producciones, o sea, para rendir de

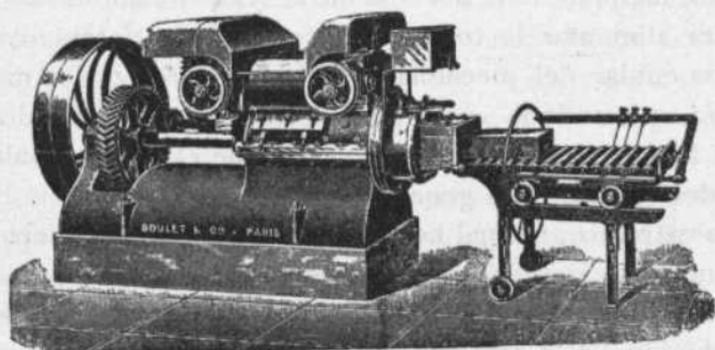


Figura 116.—Máquina hilera de Boulet, con hilera lubricada para fabricar ladrillos.

500 a 2.000 y más ladrillos por hora, consumiendo una fuerza de 3 a 18 caballos.

Los ladrillos cortados por estas máquinas se recogen a mano y se transportan a los secadores.

En la figura 116 viene representada la misma máquina en tipo de más reciente construcción. Pueden también verse en ella los dos cilindros en que se tritura la mezcla, con sus volantes de aproximación para lograr el grado de trituración conveniente. Estos cilindros empujan la tierra hacia el cilindro, en cuyo interior gira la hélice malaxadora movida por una robusta rueda dentada y sale el prisma de barro por la hilera. El prisma de barro es recibido sobre una mesa auxiliar

en la que va dispuesto un mecanismo para cortar el prisma a distancias convenientes para que quede transformado en ladrillos de las dimensiones deseadas.

Encima de la hilera hay un depósito de agua para alimentar la caja que la sujeta cuando se trabaja con hilera de lubricación hidráulica.

Estas máquinas requieren, dada su enorme producción, un número de obreros muy reducido; uno de ellos para alimentar la tolva con la mezcla de tierras; otro para cuidar del mecanismo cortador y uno o dos más para retirar de la mesa auxiliar los ladrillos cortados.

Las máquinas descritas, en las que el eje del malaxador está, por lo general, sostenido solo por uno de sus extremos, lo cual no permite someterlo a esfuerzos demasiado grandes y, por consiguiente, dichas máquinas solo sirven para moldear prismas de dimensiones reducidas. Por ello, cuando se trata de confeccionar prismas de barro de gran sección, se emplean máquinas en las que el eje del malaxador está sostenido por uno y otro lado de la hélice, y entonces, dada la imposibilidad de colocar la hilera en frente de dicha hélice, es adaptada a uno de los lados. Por lo general, estas máquinas solo son necesarias para trabajos especiales, pero a veces se han aplicado para aumentar el rendimiento de las destinadas a la fabricación del ladrillo de dimensiones corrientes, dotándolas entonces de dos hileras, colocadas muchas veces una a cada lado del cuerpo en que está alojada la hélice malaxadora.

El aparato cortador adaptado a las máquinas de moldear con hilera, es un mecanismo muy interesante que requiere una mención especial. En las figuras 115, y 116 ya hemos representado dicho aparato cortador,

y según puede verse consta de una mesa cuyo tablero está constituido por una serie de rodillos de yeso sobre los cuales se desliza suavemente el prisma de barro que sale de la hilera, y para cortarlo hay un marco metálico guarnecido con un número variable de alambres, marco que puede hacerse girar alrededor de un eje, con lo cual los alambres, al tropezar en su camino con el prisma de barro, se ven forzados a atravesarlo, quedando dividido, por consiguiente, en tantos trozos como alambres hay en el marco.

Ahora bien; el marco no puede ser fijo, sino que ha de estar dotado de un movimiento de traslación igual al del prisma de barro, pues si estuviese fijo la máquina no podría ser de producción continua porque los ladrillos quedarían cortados en forma oblicua. En cambio, si el marco tiene el movimiento citado, los ladrillos salen cortados correctamente.

Estos aparatos cortadores, no obstante, pueden ser de muy variados tipos, aunque diferenciándose poco unos de otros, habiéndolos que no solo cortan el prisma transversalmente sino que también lo cortan en el sentido de la longitud cuando se opera con una hilera de sección grande y han de fabricarse ladrillos pequeños.

Para terminar traduciremos lo que dice Granger (1) respecto de un aparato cortador de gran rendimiento (figura 117), modelo de la American Clay-Working Machinery C.º, de Bucyrus (E. U.)

«El prisma de pasta, al salir de la hilera se desliza entre dos cilindros verticales que lo guían. El mecanis-

---

(1) Obra ya citada anteriormente.

mo cortador consta de doce hilos atirantados sostenidos por un cuadro móvil. Automáticamente el cuadro se aproxima y los hilos atraviesan la pasta, cortándola en

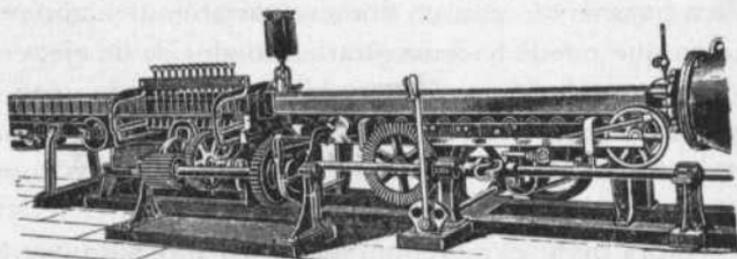


Figura 117.—Aparato cortador de una hilera norteamericana.

ladrillos. La pasta continúa su camino y empuja los ladrillos cortados, los cuales caen en una tela sin fin que se mueve con una velocidad superior a la del prisma de pasta, resultando de ello que los ladrillos se espacían al ser arrebatados por la tela sin fin. Cuando el último ladrillo ha abandonado el aparato cortador, ya hay en éste una longitud de pasta propia para ser cortada, y en este momento el cuadro móvil vuelve a atravesar la pasta y corta otros doce ladrillos. Estos movimientos van repitiéndose durante todo el funcionamiento del aparato.

»Un aparato cortador automático puede producir de 2.000 a 10.000 ladrillos por hora.

»Tales aparatos sólo son utilizables en las fábricas que tengan una producción enorme.»

Cuando se trata de fabricar ladrillos finos para fachadas hay que someterlos, después de salidos de las máquinas y antes de la completa desecación, a un segundo prensado o afinado para dejar sus caras y bor-

des en las dimensiones y con la finura que se desea; la operación se efectúa por medio de prensas como la representada en la figura 118, la cual lleva tres moldes montados sobre un disco giratorio, lo cual permite tener uno descargando, el otro en engrase y el tercero prensando el ladrillo.

La figura 119 representa otra prensa construída por Clayton; consta de dos excéntricos montados sobre un árbol motor que accionan el molde inferior y el mandril superior, entre los

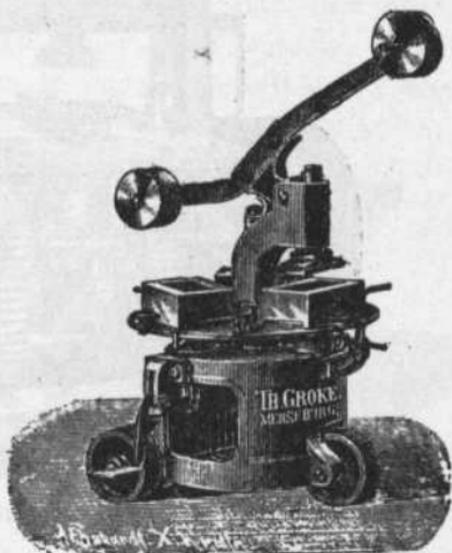


Figura 118.—Prensa a brazo para comprimir y afinar los ladrillos semidesecados

{ cuales se van colocando los ladrillos aún frescos, pero consistentes, los cuales son comprimidos y afinados uno a uno por un operario colocado delante de la mesa de trabajo.

Son máquinas que repasan unos 350 ladrillos por hora, empleando un operario y dos peones.

#### LADRILLOS HUECOS

La fabricación de los ladrillos huecos data de 1855; desde esta fecha se ha desarrollado su empleo en las construcciones de una manera muy notable, sobre todo

en la construcción de tabiques, muros ligeros y para rellenar los espacios de los pisos entre las vigas. La

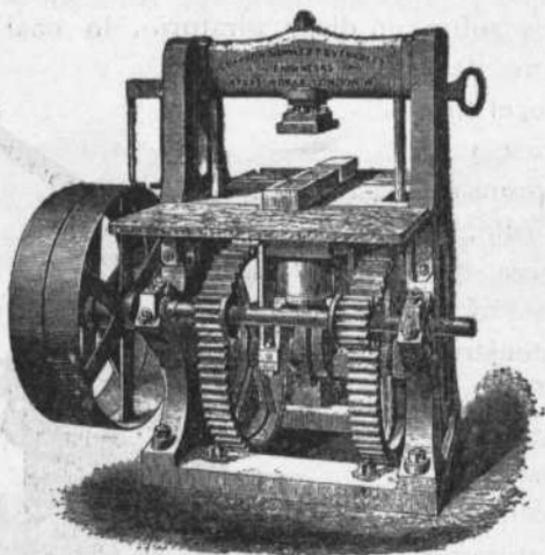


Figura 119.—Prensa mecánica de afinar, de Claytón.

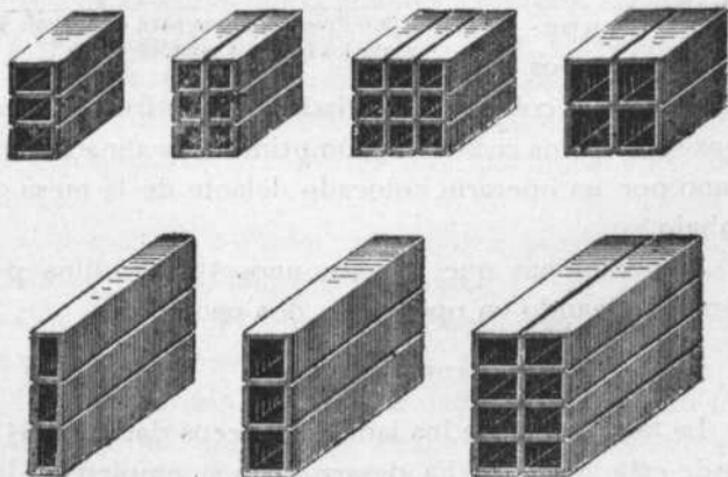


Figura 120 —Ladrillos huecos de varias dimensiones.

figura 120 representa varios tipos de estos ladrillos; cuyas dimensiones son, generalmente, de 22 a 35 centímetros de largo por 10 a 17 de ancho y 3 a 11 de grueso.

La forma de estos ladrillos puede variar, según el uso a que se destinen; en la actualidad, son muy empleados en los arcos de puertas y ventanas, y en este caso tienen la forma de cuña o dovela en su sección transversal, como se indica en la figura 121.

Las pastas empleadas en la confección de estos ladrillos deben ser más plásticas que las de los demás objetos cerámicos; se obtienen siempre con máquinas de hilera, ya sean de émbolo o de hélice, como las descritas en las figuras 114, 115 y 116, en la que la boqui-

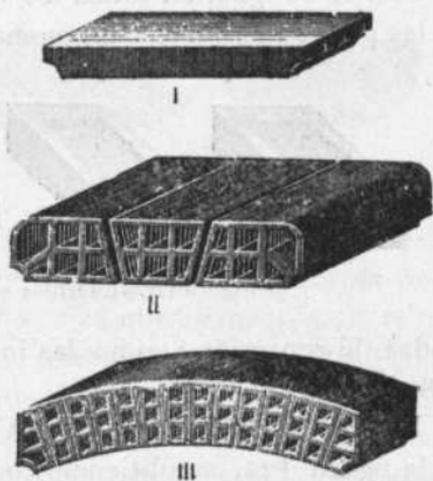


Figura 121.—Ladrillos huecos de formas especiales.

lla o hilera lleva la forma que ha de tener el ladrillo. En el secado de estos materiales no ofrece dificultad, y es más rápido que el de los ladrillos macizos y menos expuesto a deformaciones; su carga en los hornos es también más fácil, pues los huecos que tienen facilitan la circulación de la llama y su cocción es más rápida.

Cuando las construcciones han de ser esmeradas y los ladrillos han de quedar a la vista, sin ser pintados ni cubiertos por el revoco, se emplean ladrillos especiales

que se diferencian de los ordinarios por sus formas más regulares, su color uniforme, su grano más fino e igual y su mayor resistencia a la acción atmosférica.

Para obtenerlos en estas condiciones, es necesario emplear más esmero en la confección de las pastas y emplear máquinas perfeccionadas; las pastas deben ser bien homogéneas y deben tener una composición determinada de antemano y fija para obtener en la cocción un color igual en todos los ladrillos, y el refinado de las piezas debe hacerse con máquinas afinadoras lla-



Figura 122.—Ladrillos adornados.

madas de represión, como las indicadas en las figuras 118 y 119.

Los ladrillos adornados, tales como se representan en la figura 122, se obtienen con las máquinas de represión, disponiendo en el molde de la máquina, matrices de cobre que llevan en hueco el relieve que ha de tener el ladrillo; la presión hace penetrar la pasta semi-blanda en los huecos, y la matriz sale al descargar la pieza; se lava en grasa y se vuelve a colocar en su punto.

Los ladrillos con molduras se obtienen con máquinas de hilera, como los ladrillos huecos, en las que la boca de salida de la pasta tiene la forma conveniente, fijando en su parte exterior un cuadro con una lámina de acero que forma la matriz de la moldura, como se indica en la figura 123.

Cuando se desea obtener ladrillos de molduras regulares y economizar materiales, se combinan los medios para hacer ladrillos huecos moldeados menos expuestos a la deformación.



Figura 123.—Ladrillos para cornisas.

La figura 124 detalla las formas más usuales de estos ladrillos y su manera de reunirlos en las construcciones; todos ellos se obtienen con la misma máquina, a la que sólo hay que cambiar la hilera para obtener las formas deseadas. Para que estos ladrillos resistan convenientemente la acción atmosférica, es preciso que su cocción sea tal que la pieza cocida resista la acción del rayado por el hierro; para ello es necesario emplear pastas que contengan fundentes que puedan vitrificarse y algo refractarias, para que no sufran deformación al cocerse; algunas arcillas naturales reúnen estas condiciones, pero cuando no es fácil obtenerlas se hacen mezclas.

Para obtener colores uniformes es preciso evitar el contacto de los productos con las cenizas, para lo cual hay que tener la precaución, al cargar los hornos, de alejarlos lo posible de la acción directa de la llama. Cuando la pasta empleada no posee una coloración bastante uniforme, o no es la que se desea obtener, se en-

goban las caras de paramento; la colocación del engobe se hace a mano con brochas, aplicándole sobre las superficies cuando la pasta está firme y casi seca.

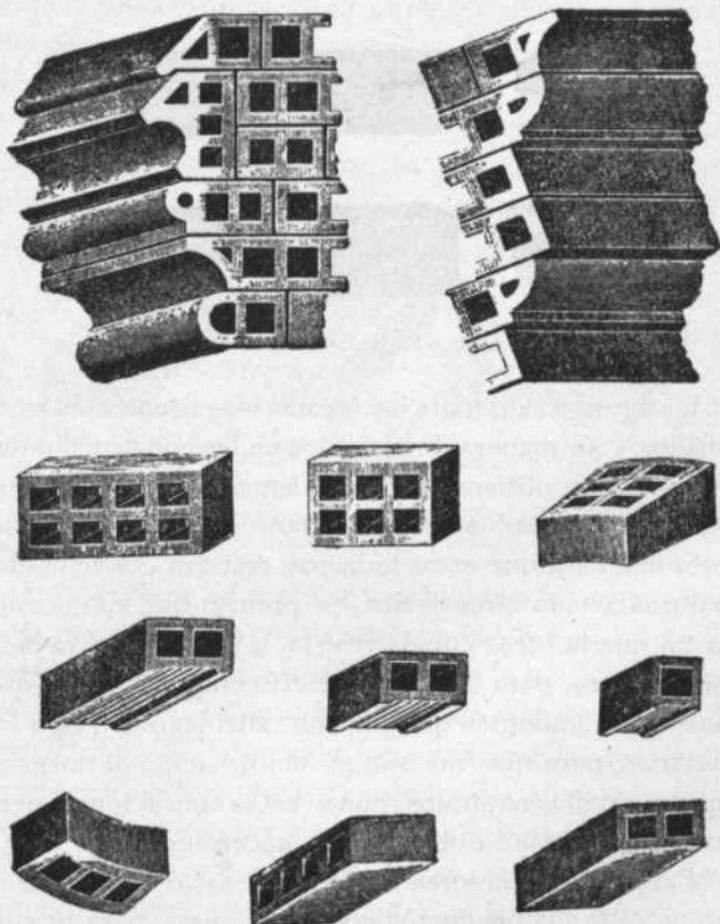


Figura 124.-Ladrillos huecos de formas especiales.

Los ladrillos vítreos son unos materiales difícilmente rayados por el acero, y forman un grupo de productos

cerámicos comprendido entre las tierras cocidas y el gres, pues son casi impermeables, presentando en sus caras un principio de vitrificación que los hace muy convenientes en los trabajos hidráulicos y en las fundaciones sometidas a fuertes presiones.

La pasta debe contener bastante cantidad de fundentes y arenas, de tal forma, que al verificarse la cocción se reblandezcan los fundentes sin atacar a la sílice, que debe permanecer inalterable en el centro de la masa, sirviendo de esqueleto rígido que impida la deformación; hay varias arcillas que tienen en sí mismas las materias necesarias para obtener estos productos, pero a falta de ellas no es difícil combinar las que se tengan disponibles con la suficiente cantidad de arena; la cocción de estos malezcales debe hacerse a temperaturas superiores a la de la cocción de los ladrillos ordinarios.

Los ladrillos llamados ligeros se distinguen de los ordinarios por su menor densidad y su porosidad; se obtienen añadiendo a la pasta materias combustibles que se consumen durante la cocción y dejan poros o huecos en la pasta. No se pueden obtener estos ladrillos más que con el empleo de combustibles vegetales que tienen poca potencia calorífica. Las substancias empleadas para preparar la pasta son la paja menuda y el aserrín de madera, que se incorporan a la arcilla, que debe ser muy plástica, en la proporción variable que puede llegar hasta un tercio de arcilla y dos tercios de materia vegetal, pudiendo moldearse a la mano en moldes de charnela o en máquinas de hilera; pero en este caso, el aparato que corta los ladrillos debe ser una sierra circular en vez de un alambre. El secado se practica

como en las pastas ordinarias, y la cocción puede hacerse en hornos comunes, pero teniendo en cuenta la temperatura, que no debe ser tan fuerte como para los productos ordinarios.

Estos ladrillos se trabajan con sierra y cepillo como la madera, y los americanos los emplean en sus construcciones en reemplazo de ella cuando están expuestas a incendios.

## II.—Tejas.

Las tejas sirven para cubrir los edificios, y consisten, en general, en placas de tierra cocida, de un grueso comprendido entre 10 y 15 milímetros, afectando formas muy diversas. Todas ellas pueden reunirse en tres tipos principales, a saber:

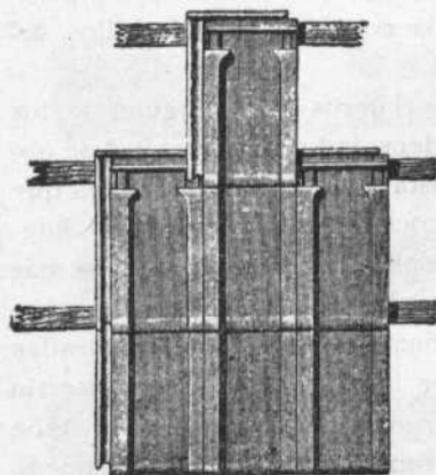


Figura 125.—Tejas planas.

1.º Teja plana antigua.

2.º Teja curva.

3.º Teja plana moderna (figuras 125, 125 bis, 126 y 127).

Aparte de las tejas, y como su complemento, se emplean en la cubierta de los edificios una serie de

piezas cerámicas llamadas caballetes, que sirven para recubrir las uniones de los planos inclinados de los tejados, de las cuales damos algunos diseños en la fig. 128.

Del mismo modo que los ladrillos, las tejas pueden ser moldeadas a mano o mecánicamente; en ambos casos, las arcillas se preparan del mismo modo que hemos indicado para los ladrillos, aunque requieren una arcilla de mejor calidad y trabajada con más cuidado que la empleada en la elaboración de ladrillos.

#### MOLDEADO A MANO

El moldeado a mano, no obstante, se aplica exclusivamente en la fabricación de la teja plana

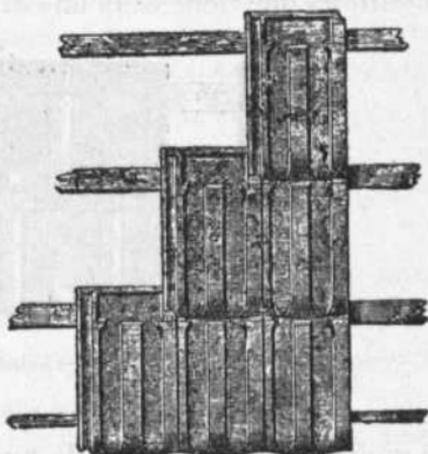


Figura 125 bis. - Tejas planas de distintas formas.

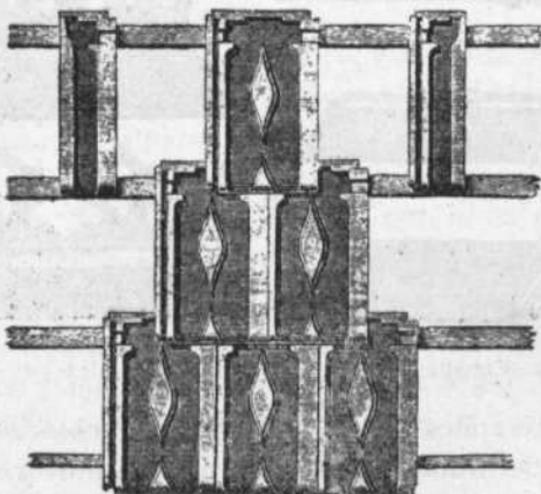


Figura 126. - Tejas planas.

antigua y de la teja curva. Para ello cuando la tierra está convenientemente preparada, el operario la fracciona en montones que tiene cada uno el volumen necesario para

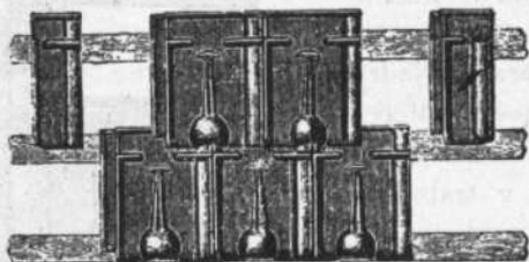


Figura 127.—Tejas planas.

llenar el molde y a veces también su forma aproximada; el molde es un bastidor de hierro o madera; la masa

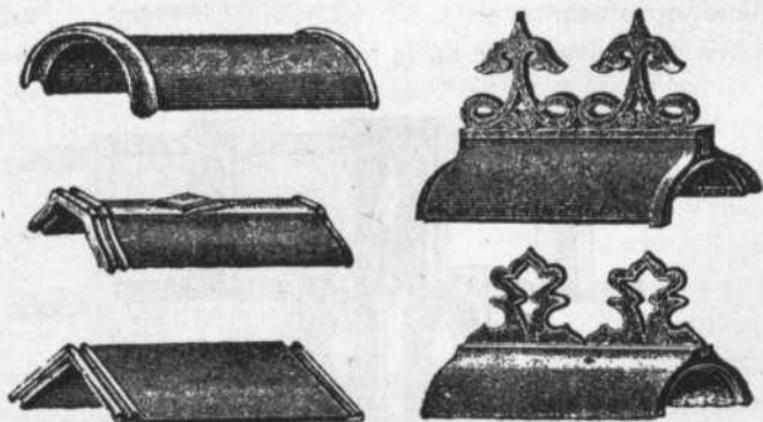


Figura 128.—Caballetes de distintas formas, para tejados de dos aguas.

pastosa se aplica contra este bastidor colocado sobre la mesa de trabajo, que debe estar espolvoreada con arena fina, y se comprime en todos sentidos hasta formar una placa resistente, sobre la cual se pasa una

rasera, del mismo modo que hemos dicho en los ladrillos; hecho esto se corre el bastidor hasta el borde de la mesa, donde un peón recoge la plancha de pasta que se ha formado sobre un madero plano si la teja es plana, o convexo, que tiene la forma del interior del canal de la teja, si ésta es curva, al cual se adapta la pasta adquiriendo la forma necesaria, y se llevan así a la era, donde empiezan a secarse y en la que sufren las mismas operaciones que el ladrillo.

El moldeado a mano es lento e imperfecto, y además imposible de aplicar a los modelos de tejas empleadas en el día, sobre todo por la gran regularidad y exactitud que exigen en su forma y dimensiones.

El moldeado a mano de la teja plana antigua, bastante usada todavía en Francia, donde se conoce con el nombre de teja de Bourgogne, se ha verificado hasta hace poco casi exclusivamente a mano. He aquí como describen Arnaud y Franche esta operación, en su Manual de Cerámica Industrial.

«La arcilla al venir del tajo es extendida en explanadas arenosas o terreros, donde cuando está bastante seca, se desterrona para que acabe de secarse más rápida y completamente. Desde este terrero, por medio de carretillas, de volquetes o vagonetas, se la conduce a unas fosas de unos 8 a 10 metros cúbicos, llenas de agua hasta la mitad o las tres cuartas partes, esto es, más o menos según la naturaleza de las arcillas, donde se dejan en remojo de 24 a 48 horas, según requiera la fabricación, pues cuanto más dure el remojo mejor es, porque se deshacen mejor los terrones o trozos de tierra mal mojados.

Al sacarlas de estas fosas o pilas se echan sobre un

suelo embaldosado rodeado de un murete de 25 a 30 centímetros de altura, donde es pisada largo rato o bien es removida con una pala para que quede lo más homogénea que sea posible.

La única materia que se añade a la arcilla para formar la pasta, es arena, la que, si no la tiene ya naturalmente la arcilla, se adiciona ya en los terreros, ya en las fosas, ya al pisarla.

La instalación necesaria para la fabricación de la teja plana, comprende dos fosas o pilas adyacentes de 7 a 8 metros cúbicos cada una y un local cubierto de 16 a 20 metros cuadrados, en el cual se efectúa el pisado y el moldeado.

El equipo o cuadrilla completa del personal necesario para el funcionamiento normal de la instalación, comprende:

- 1.º Un *oficial moldeador*, que puede ser considerado como jefe del equipo.
- 2.º Un *pilero*, que prepara la pasta.
- 3.º Un *terrero*, que se cuida de secar y desterronar la tierra.
- 4.º Un *repasador*, que cuida de volcar las tejas y de encastillarlas en el cobertizo.
- 5.º Dos *porteadores*, que son muchachos de catorce años, que colocan las tejas sobre la era enarenada que hay próxima al sitio donde trabaja el oficial moldeador. Esta era puede contener, generalmente, de 18.000 a 20.000 tejas en su superficie útil.

El oficial, para operar, se coloca en un pequeño local instalado cerca del sitio donde se pisa el barro (figura 129). Delante de él tiene una superficie de madera dura bien plana, sobre la cual apoya el molde *a*,

que también es de madera dura, y un pequeño depósito lleno de agua *c*, en la cual sumerge de vez en cuando el molde para conservarlo húmedo.

A su derecha y a altura conveniente, hay una mesa baja *e*, en la cual el pilero pone un montón de barro y a su izquierda, sobre otra banqueta *b*, tiene un montón de arena fina que los muchachos cuidan de que no falte.

El molde tiene en su travesaño más alejado del oficial, una muesca de 2×3 centímetros para que en ella se aloje un suplemento de barro para formar el *enganche* que ha de sujetar la teja sobre el maderámen del tejado (figura 130).

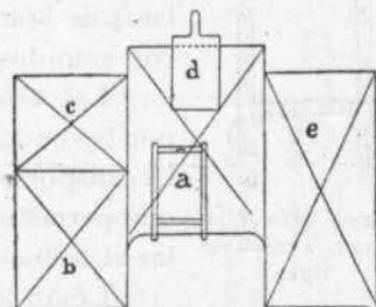


Figura 129. - Instalación para moldear teja plana antigua.

Los muchachos antes citados son los que cuidan de dar forma a ese *enganche*, lo cual efectúan levantando perpendicularmente a la superficie de la teja, el apéndice de barro que sobresale del borde y apretándolo con un movimiento del dedo, a derecha e izquierda, para que se suelde bien con el cuerpo de la teja.

Para moldear una teja, el oficial toma con ayuda de ambas manos formando cazuela, un puñado de barro que luego tira fuertemente dentro del marco del molde, que tiene, suficientemente humedecido, ante sí, sobre la mesa, que también ha de estar mojada y convenientemente cubierta de arena. Adelanta entonces las manos para apretujar el barro hacia los ángulos del molde, y las vuelve para atrás en seguida para quitar el exceso

de barro y alisar lo mejor posible la superficie. Los buenos oficiales tienen gran habilidad; antiguamente, cuando no había limitación de jornada, elaboraban de 4.500 a 5.000 tejas diarias, trabajando desde el alba a la puesta del sol, en verano, o sea, aproximadamente, desde las 4 de la mañana a las 9 de la noche, con solo dos horas para las comidas.

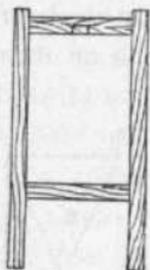


Figura 130.—Molde para teja plana antigua.

Las tejas moldeadas son llevadas por los muchachos a la era en donde las disponen en filas bien alineadas que permitan contar fácilmente, al dejar el trabajo, la producción del día.

Como las tejas están demasiado blandas para poder ser llevadas con las manos, los muchachos las reciben en unas planchas de madera (figura 131), encima de las cuales desliza el oficial el molde cargado, levantándolo seguidamente para que la teja quede sobre la plancheta de madera. Para descargar la teja, los muchachos inclinan la plancheta cerca del suelo y con un movimiento rápido la obligan a que se deslice y quede suavemente colocada en el suelo de la era.



Figura 131.  
Soporte de madera para llevar las tejas a la era.

A los dos o tres días, según las condiciones atmosféricas, las tejas están bastante consistentes para ponerlas en carretillas y llevarlas al cobertizo, donde se enrejalan de canto hasta alcanzar 1,40 a 1,60 metros de altura, formando montones de 15 a 20.000 tejas. Así se tienen 8 ó 10 días para que se uniforme la humedad en todo el montón, ce-

diendò humedad las más tiernas a las más secas, con lo cual quedan en condiciones de ser repasadas.

Este repaso lo efectúa el repasador, y consiste en enderezarlas sobre un banco con un útil de madera de la forma representada en la figura 132. Luego las va enrejalandò cogiéndolas de 4 en 4, y dejando entre cada grupo de 4 un pequeño espacio para que circule el aire.

La cocción se verifica en hornos rectangulares o cuadrados, en cuyo fondo, que estaba por debajo del nivel del suelo, había unas bovedillas agujereadas, debajo de las cuales circulaban las llamas de un hogar lateral; las llamas atravesaban las bovedillas y cocían los productos. La parte superior del horno generalmente estaba abierta, pero a veces tenía una gran bóveda con numerosos orificios por donde salían los humos y gases de la combustión.



Figura 132.  
Útiles para re-  
pasar las tejas  
planas antiguas

#### MOLDEO MECÁNICO

Para fabricar las tejas se emplea actualmente, cada vez más, el concurso de potentes máquinas, las cuales pueden considerarse de dos clases: máquinas que trabajan con tierra blanda y máquinas que trabajan con tierra dura.

Las primeras son muy numerosas y todas difieren poco entre sí, reposando todas en el mismo principio. La tierra, perfectamente trabajada, debe tener la consistencia de la de ladrillo; la pasta se introduce en un moldé o matriz de yeso encajado en una caja de fundi-

ción; otra matriz, igualmente engastada en fundición, se aplica sobre la primera, y una fuerte presión ejercida por una prensa comprime la tierra; la teja una vez moldeada se vuelca sobre una tabla y se transporta al secador, en donde se la quitan las rebabas.

Los moldes de yeso son preferibles a los metálicos, porque estos últimos necesitan engrasarse a cada teja para impedir la adherencia de la pasta y es penosa la operación de desmoldar.

Las tejas planas y curvas, cuyo moldeo a mano hemos descrito, se fabrican hoy casi exclusivamente con máquinas de moldear con hilera. Una de las más empleadas para este trabajo es la de Boulet, ya citada antes en la fabricación de ladrillos. Aquí representamos (figura 133) un modelo de dicho constructor, con hilera

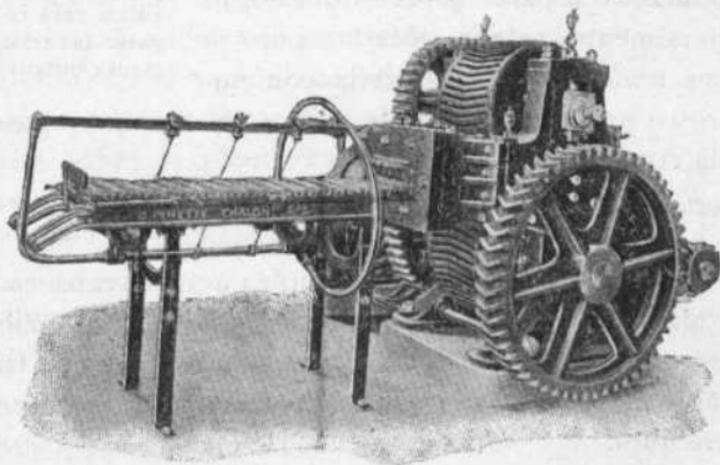


Figura 133.—Hilera de Boulet para teja.

lateral, en el acto de confeccionar una cinta de pasta que luego, un aparato cortador, divide en trozos de las dimensiones convenientes. La cinta de barro, en cuanto

sale de la hilera, antes de ser cortada, recibe un engrasamiento por su contacto con un rodillo forrado de paño que está semisumergido en una artesita llena de aceite.

Las tejas, después de engrasadas y cortadas, se enrejalan en un cobertizo donde se dejan el tiempo necesario para que adquieran la suficiente consistencia para poder ser sometidas a la acción de una prensa

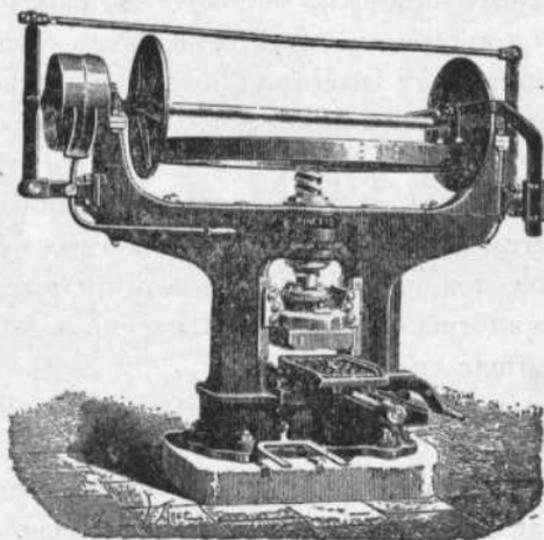


Figura 134 —Prensa de Pinette, para moldear tejas.

Brethon para regularizar su forma, ponerle el pico de enganche y darle una pequeña curvatura longitudinal.

Después del prensado de afino, se les enrejala nuevamente y se aguarda su desecación para proceder a la cocción.

Otra máquina para moldear las tejas mecánicamente, utilizable para moldear tejas con relieves, es la de la figura 134, muy semejante a la prensa de acuñar mo-

neda. Se compone de dos montantes de fundición reposando sobre un pie común sobre el que resbala un carretoncillo que lleva el molde de yeso; el obrero pone sobre éste la tierra suficiente, o mejor una chapa de masa preparada, y lo empuja bajo la segunda matriz, que está fija al extremo inferior de un tornillo que pasa por la arcada de los montantes y termina en un volante de gran peso capaz de ejercer una fuerte presión; cuando la teja está moldeada se vuelve el carretoncillo a su posición inicial, en donde se le hace vascular para poner la teja sobre la tabla y llevarla al secador. Con esta prensa se pueden moldear 1.500 tejas por día a tres golpes de volante cada una.

Las máquinas para trabajar con tierra dura requieren que la tierra, después de preparada con poca agua, sea sometida a dos operaciones: en la primera se la estira y aplana en forma de tortas, y en la segunda estas tortas se transforman en tejas.

La máquina para hacer las tortas es semejante a la de ladrillos huecos que ya hemos descrito; la tierra sale por la hilera y se corta de la conveniente longitud para llevar los trozos a la confección de tejas.

Los trozos o tortas se transportan a la prensa. La figura 135, es una prensa de esta clase empleada hace ya muchos años. En ella la torta se coloca en un molde y se la cubre con el contramolde; unos rails permiten empujar este molde hasta colocarlo bajo un platillo que, movido por un excéntrico, verifica una fuerte presión sobre él, y se eleva después, dando lugar a retirarlo, después de lo cual se levanta el contramolde, y se saca la teja, que puede manejarse sin peligro y conducirse al secador; las tejas, una vez moldeadas, necesi-

tan ser rebarbeadas para quitar el exceso de pasta que queda en las aristas.

Otra prensa para dar forma a las tortas es la que se

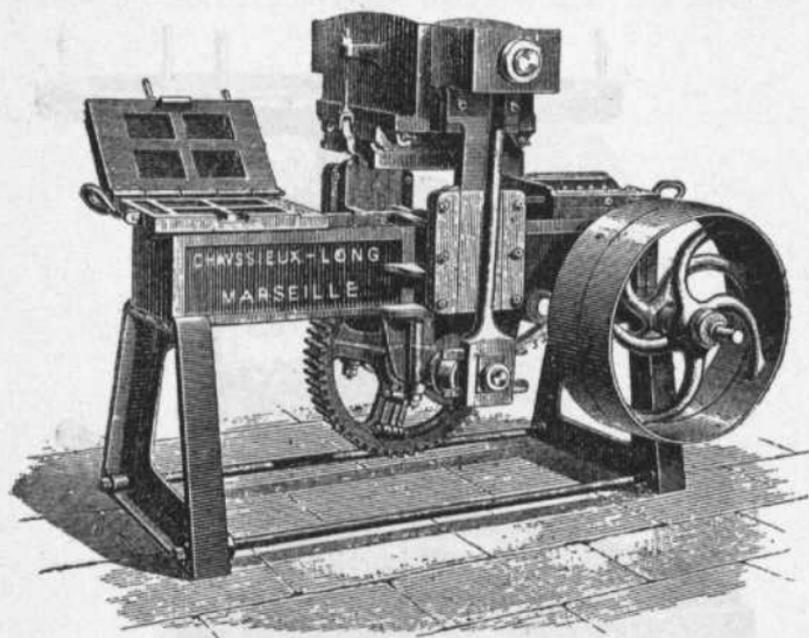


Figura 135.—Prensa para moldear tejas.

representa en la figura 136, para el prensado de afino, pero actualmente son cada vez más usadas las prensas revólver o prensas giratorias, como las representadas en las figuras 137, 138, 139 y 140, de construcción más o menos robusta, de mecanismo más o menos complicado, pero todas capaces de dar una gran producción diaria.

Las prensas de gran rendimiento, esto es, las que producen de 2.000 a 5.000 tejas por jornada de trabajo, son, a veces, movidas hidráulicamente por medio de bombas apropiadas, pues consumen mucha fuerza.

Como ejemplo de esta clase de máquinas describiremos la representada en la figura 140. Consta esta máquina de un fuerte armazón o soporte, en el cual

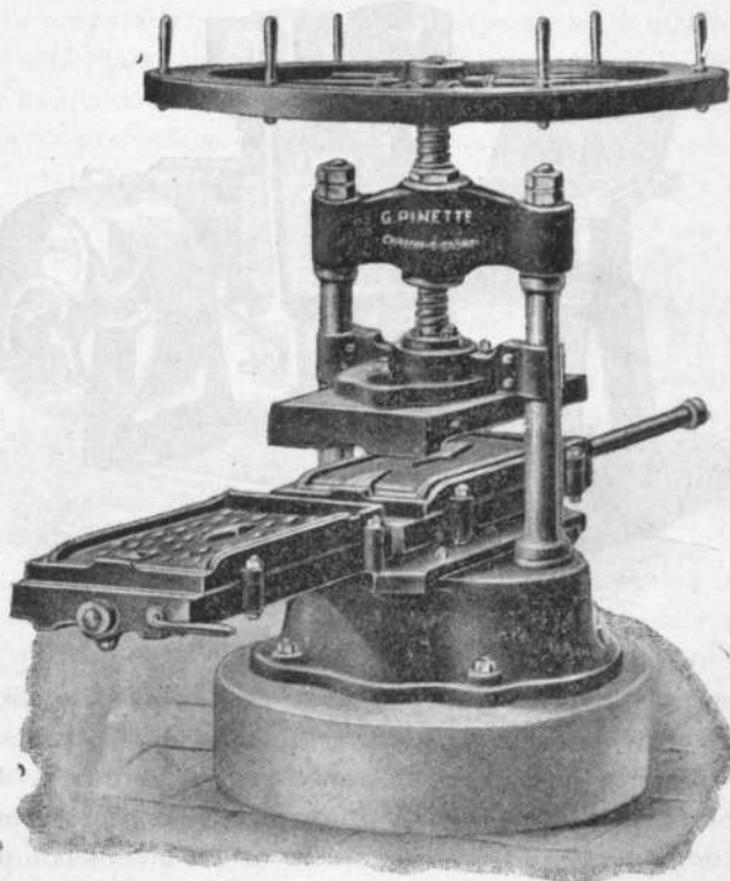


Figura 136.—Prensa intermitente, a brazo, para tejas.

está apoyado el eje de un tambor poligonal de cinco caras, en cada una de las cuales está sujeto un molde del tipo de teja que se quiere fabricar. Por encima de este tambor está el molde superior o contramolde que

puede subir o bajar guiado por unas correderas. A cada uno de los movimientos descendentes del contramolde el tambor da un quinto de revolución y presenta el molde de una de sus caras cargado con una torta de

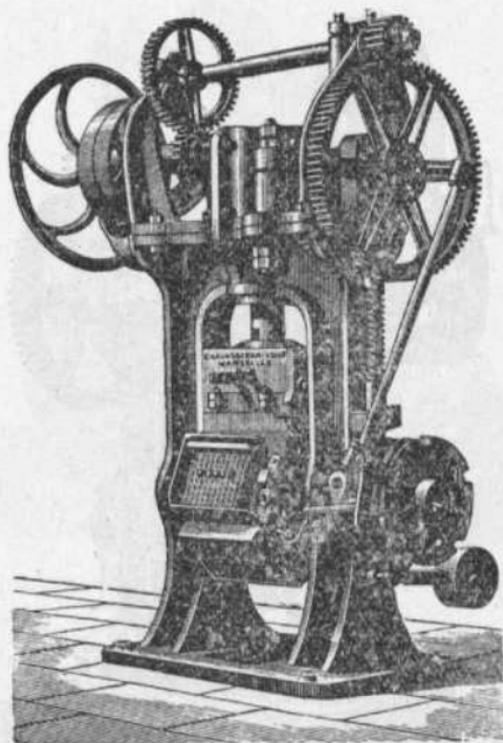


Figura 137.—Prensa rotativa para tejas, movida mecánicamente.

barro en frente de él, y queda estacionario todo el tiempo que el contramolde efectúa la presión. Para lograr esta detención del tambor pentagonal en su movimiento de giro, hay una rueda especial en el extremo del eje del tambor. Esta rueda tiene la forma de una estrella de cinco picos igualmente espaciados entre sí

por una porción de superficie de curvatura cóncava, en la que frota suavemente la superficie convexa, fijada en un costado de una rueda dentada superior, fija en el extremo del eje en que está montado el excéntrico que

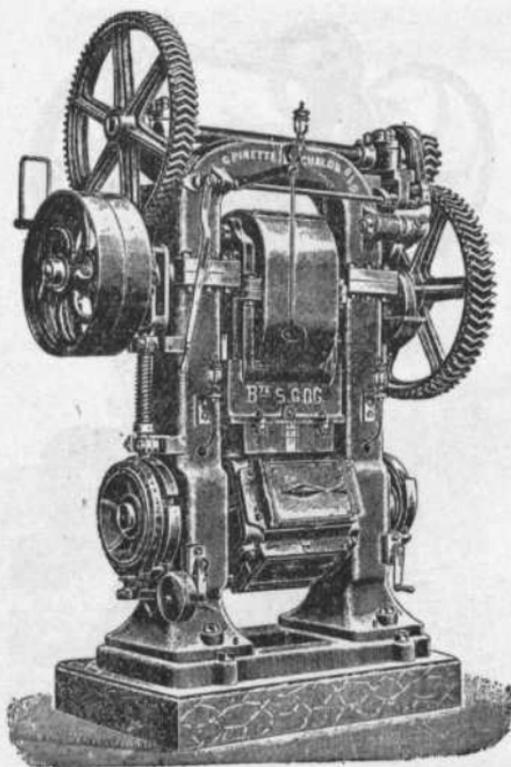


Figura 138 — Prensa rotativa para tejas, movida mecánicamente,

gobierna los movimientos ascendentes y descendentes del contramolde. La superficie convexa citada, queda cortada en una porción de la circunferencia, en cuyo sitio hay un fuerte vástago de acero, y como en los picos o vértices de la rueda estrellada hay una muesca

de profundidad conveniente, resulta que al llegar al sitio en que termina la superficie convexa de frotamiento el vástago de acero se introduce en la muesca citada y arrastra en su movimiento giratorio a la rueda

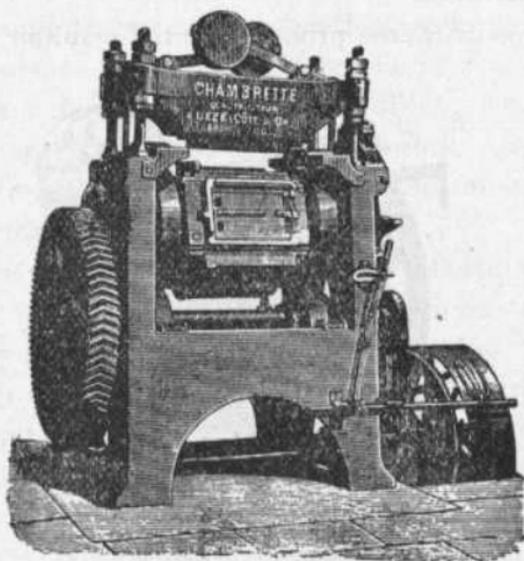


Figura 139.—Prensa rotativa para tejas, movida mecánicamente.

estrellada, la cual da  $\frac{1}{5}$  de revolución. Resulta de ello que por este movimiento comunicado a la rueda estrellada el molde del tambor pentagonal se pone en posición para recibir la presión durante el tiempo que, por estar frotando las superficies convexa y cóncava, está el tambor estacionario.

Hay prensas revólver en que cada cara del tambor sostiene dos, tres y más moldes, con lo cual a cada golpe de prensa quedan moldeadas otras tantas tejas.

Suelen emplearse en algunas construcciones tejas negras; éstas pueden obtenerse: 1.º, por coloración de

la pasta por medio del óxido de manganeso; 2.º, por la aplicación de un engobe negro sobre la teja moldeada; 3.º, por inmersión en materias alquitranadas, y 4.º, por cocción en atmósfera cargada de materias carbonosas, o sea reductoras.

Los dos primeros procedimientos resultan costosos

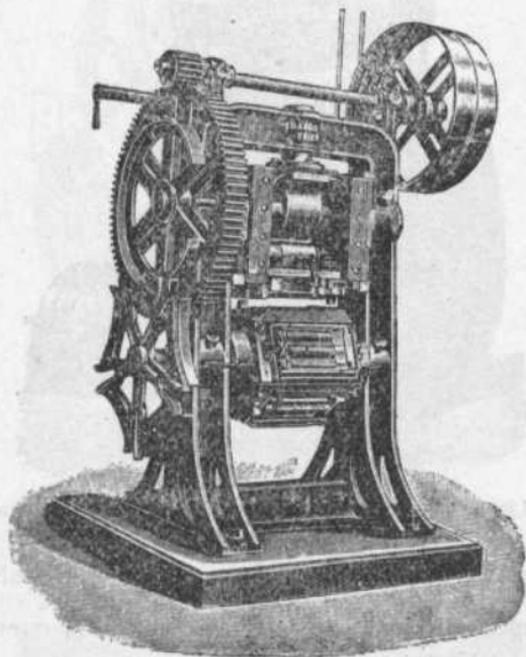


Figura 140.—Prensa rotativa para tejas, movida mecánicamente.

a causa de la materia colorante y de su aplicación; el alquitranado es de uso más frecuente, y se practica sumergiendo las tejas calientes de 60 a 70 grados, en baños de brea caliente que penetra en los poros de la pasta cruda hasta unos tres milímetros de profundidad.

El 4.º procedimiento citado es fácil de practicar introduciendo en el horno, cuando éste ya ha alcanzado

el máximo de temperatura, materias muy ricas en carbono como son alquitrán, aceites pesados procedentes de la destilación de los esquistos betuminosos o del alquitrán, etc., y cerrando inmediatamente las entradas de aire del horno. Debido a la ausencia de aire, se verifica, naturalmente, una combustión incompleta, y por consiguiente, se produce una densa humareda cuyo carbón viene a depositarse sobre los objetos en cocción. Antiguamente para producir este humo se cargaba leña verde, pero hoy se emplean casi exclusivamente las materias citadas.

También puede darse color negro a las tejas poniéndolas en cajas cerradas y en contacto de carbón en polvo; sometidas de este modo a la cocción, toman un color negro pardo debido a una capa de grafito que se forma en la superficie; pero este procedimiento resulta caro, y sólo suele usarse para las tierras cocidas aplicadas al decorado de edificios.

Una vez logrado el ennegrecimiento por medio de la precipitación de carbón sobre la masa cocida, no debe dejarse penetrar el aire antes de que el horno se haya enfriado lo suficiente, lo cual puede requerir 8 y más días, pues de lo contrario podría arder dicho carbón precipitado que está en estado de extrema división.

## Instalación de una ladrillería-tejería

para trabajar con pasta tierna, con enfosado previo de las tierras.

Producción diaria: 5.000 a 25.000 piezas,

según las dimensiones de los aparatos.

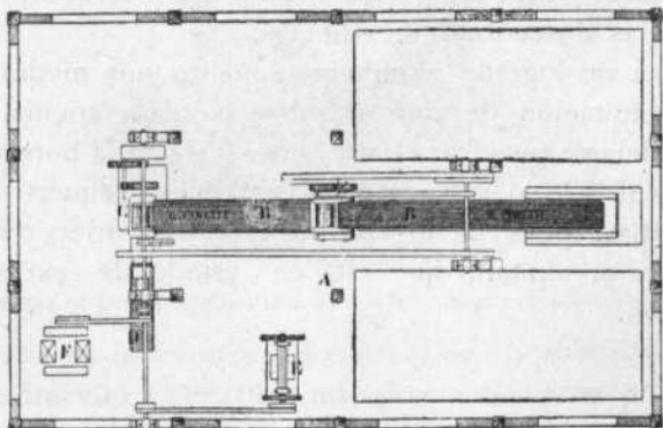
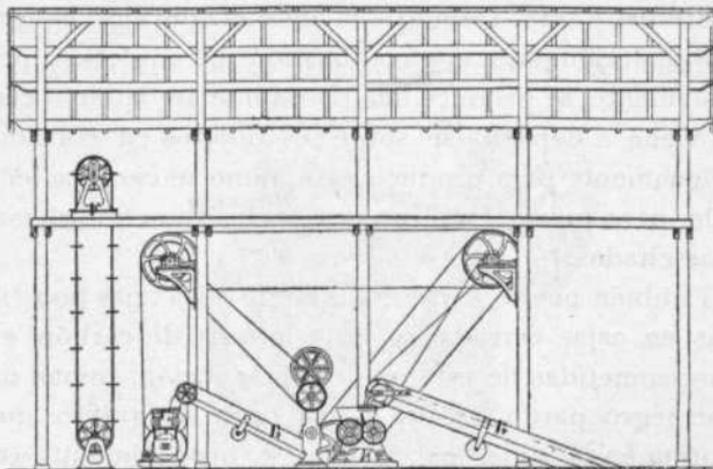


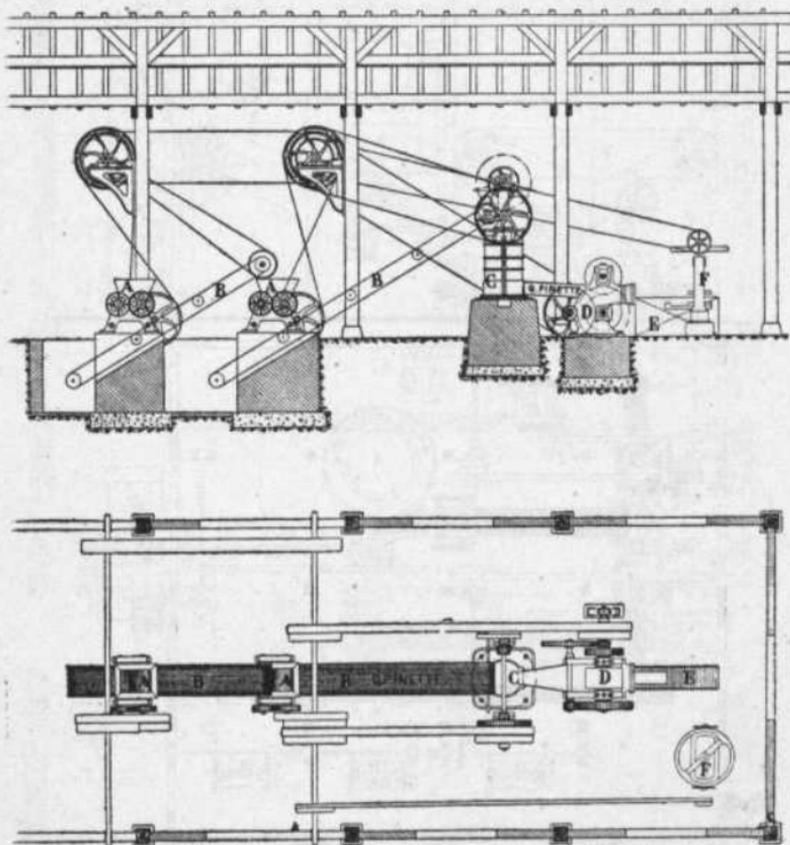
Figura 141 y 142.

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| A Cilindros trituradores.                            | D Cortadora                           |
| B Telas transportadoras.                             | E Prensa de cinco moldes, para tejas. |
| C Máquina hilera para ladrillos, de una sola hélice. | F Montacargas de platillo.            |

## Instalación de una ladrillería-tejería

para trabajar con pasta tierna a semidura, con enfosado  
y humedecido previos de las tierras.

**Producción diaria: 18.000 a 20.000 piezas.**

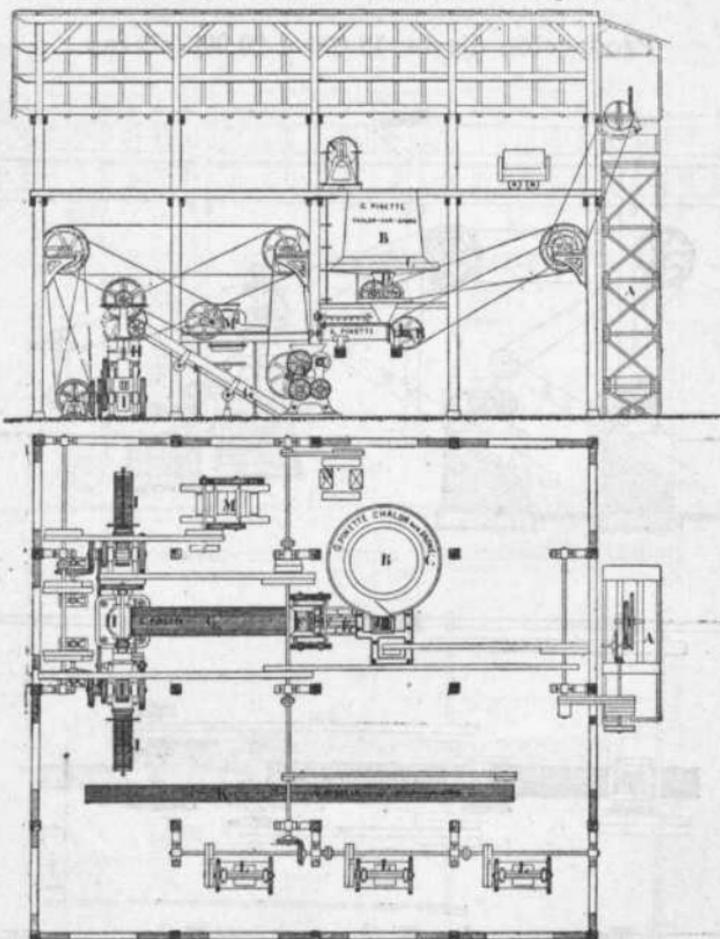


Figuras 143 y 144.

- A Cilindros trituradores.
- B Telas transportadoras.
- C Malaxador.

- D Propulsor.
- E Cortador.
- F Prensa para tejas.

**Instalación de una ladrillería-tejería**  
**para trabajar con pasta tierna o semidura, empleando las tierras**  
**directamente a su recepción de la cantera.**  
**Producción diaria: 36.000 a 38.000 piezas.**



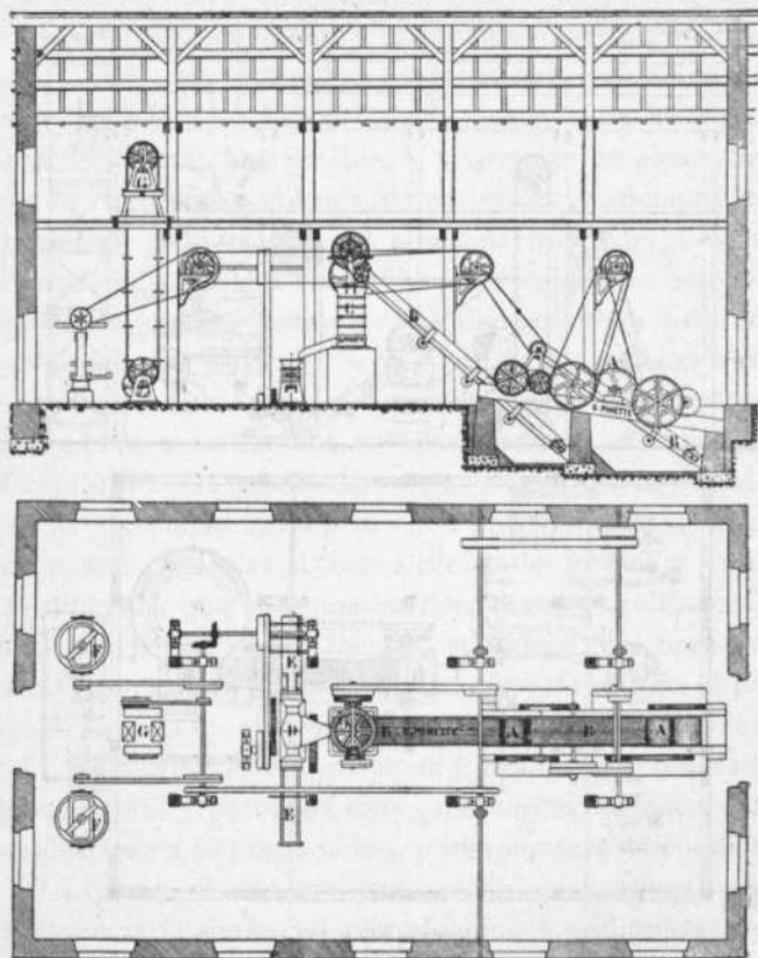
Figuras 145 y 146.

**A** Montacargas,  
**B y C** Tolva mezcladora, distributriz, especial de la casa Pinette.  
**D** Desintegrador.  
**E** Mezclador-humedecedor tipo especial de la casa Pinette  
**F** Cilindros superpuestos.  
**G y K** Transportadores.

**H** Malaxador.  
**I** Máquina hilera para ladrillos, con cilindros propulsores.  
**J** Cortadores.  
**L** Prensa de cinco moldes para tejas.  
**M** Máquina para moldear tubos.  
**N** Montacargas de platillos.

**Instalacion de una ladrilleria-tejeria**  
**para trabajar con tierra dura, con enfosado y humedecido previo**  
**de las tierras.**

**Producción diaria: 12.000 a 15.000 piezas.**



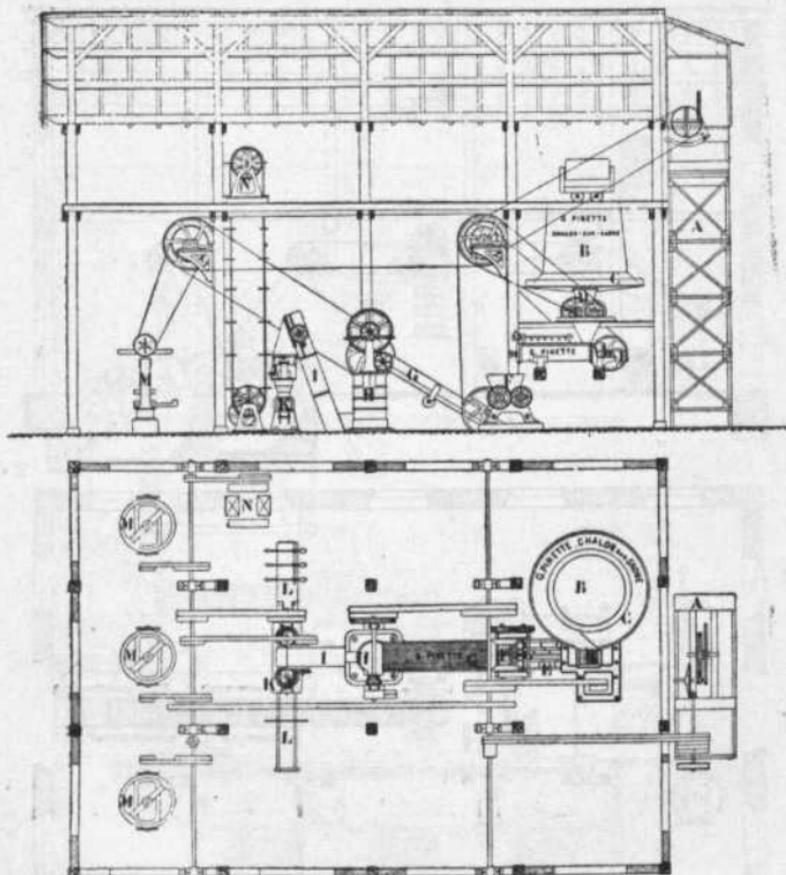
Figuras 147 y 148.

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| A Cilindros trituradores.                              | E Cortador.           |
| B Telas transportadoras.                               | F Prensas para tejas. |
| C Malaxador.   | G Montacargas.        |
| D Máquina de émbolos, nuevo modelo de la casa Pinette. |                       |

## Instalación de una ladrillería-tejería

para trabajar con tierra dura, empleando las tierras directamente a su recepción de la cantera.

Producción diaria: 20.000 a 22.000 piezas.



Figuras 149 y 150.

**A** Montacargas.  
**B y C** Tolva mezcladora y distributriz, tipo especial de la casa Pinette.  
**D** Desintegrador.  
**E** Mezclador-humedecedor, tipo especial de la casa Pinette.  
**F** Cilindros trituradores.  
**G** Tela transportadora.

**H** Malaxador.  
**I** Elevador de cangilones para la tierra.  
**J y K** Máquina de émbolos, de alimentación automática, tipo especial de la casa Pinette.  
**L** Cortador.  
**M** Prensas para tejas.  
**N** Montacargas de platillos.

### III.—Baldosines.

Se llaman así unas piezas de varias formas, cuadradas, rectangulares, triangulares, exagonales, octogonales, pero particularmente exagonales, que se emplean en el solado de las habitaciones; su fabricación es en un todo igual a la de los ladrillos prensados; la pasta debe ser lo más fina posible, y a veces se emplean tierras de diferentes colores naturales, o artificialmente obtenidos, produciendo así combinaciones después en el pavimento de las habitaciones. Fundada en esto se estableció una fabricación en Valencia de un producto llamado baldosín de Noya, que es de un excelente efecto; para obtenerlos se preparan pastas muy espesas, coloreadas, de diferentes matices, como se explicará en el capítulo correspondiente, y por medio del moldeado que hemos dicho se emplea en la obtención de las tejas con pastas duras, se obtienen piezas de formas y colores diversos, que combinadas después según dibujos o modelos preparados, forman mosaicos de hermoso efecto, que se han generalizado mucho, no sólo en el pavimento, sino en el revestimiento exterior de edificios.

Los baldosines suelen ser de tierra cocida coloreada fuertemente, y prensada o de gres, según los materiales empleados en su preparación, y temperatura de cocción.

La forma de los baldosines suele ser exagonal, por más que varía según las combinaciones o dibujos que se traten de obtener. La pasta empleada en su confección, se prepara del mismo modo que la usada en la preparación de las tejas, agregándole el color conveniente para el dibujo que se haya de obtener. El baldosín se fija sobre el suelo por medio de un baño de mor-

tero, y exige que sus aristas y caras laterales que forman las juntas afecten forma piramidal, con objeto de que al exterior no aparezca el mortero y resulte una junta fina.

El moldeo a mano se ha practicado durante mucho tiempo, operándose con barro blando, en eras, como los ladrillos, y se obtenían productos de calidad muy aceptable. Los baldosines, una vez habían adquirido, en la era, la suficiente consistencia, se almacenaban en cuevas, cada una de las cuales podía contener de 15.000 a 20.000; estas cuevas, una vez llenas, se cerraban herméticamente durante un tiempo mayor o menor según las necesidades de la fabricación, para que se uniformara el grado de humedad de todos los baldosines.

Entonces se sacaban por tandas de 100 a 150 y se llevaban a un banco de madera de encina, muy sólido, en el cual se disponían en montones de 40 ó 50 baldosines, de donde el obrero repasador los iba cogiendo para arrojarlos con fuerza, de plano, sobre un bloque de mármol bien plano. Con este golpe de plano basta, pero cuando el baldosín está demasiado seco o presenta entranques o salientes demasiado pronunciados, son a veces necesarios dos o tres golpes dados en la forma dicha.

Los baldosines así enderezados los va amontonando, colocando cada dos cara a cara, y cuando ha terminado de enderezar todos los que tenía en la mesa, aparta el mármol y principia a recortarlos. Esta operación la practica poniendo el baldosín sobre la mesa ligeramente espolvoreada de arena, con la cara buena en lo alto, y aplica sobre él un calibre de madera de la forma del baldosín (figura 151) y pasando a su alrededor un cuchillo de mango horizontal, recorta el baldosín, dándole al borde un poco de inclinación hacia adentro para que

una vez colocados, las juntas queden más disimuladas. En algunos talleres, el planeado de los baldosines se hace con maza, golpeando sobre el reverso para que se alise la cara buena que está aplicada contra la mesa.

El moldeado mecánico de los baldosines se efectúa ya con prensas ya con la hilera y la prensa de afino. Para dar idea del mecanismo cortador, en el caso de tratarse de baldosines poligonales, representamos en la figura 152 uno de ellos que no necesita ser explicado pues se ve en ella con

toda claridad que después de obtenidos los baldosines rectangulares o cuadrados en el cortador de la hilera son colocados en este nuevo cortador, donde mediante alambres entrecruzados se

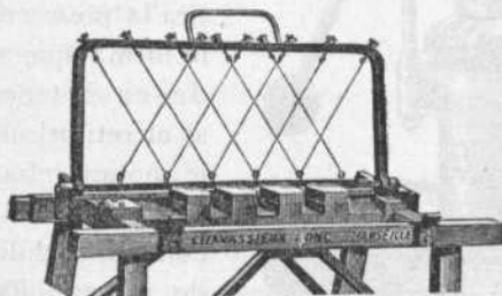


Figura 152 —Aparato para cortar la masa en forma de baldosín poligonal.

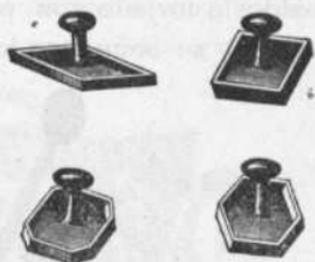


Figura 151.—Moldes para recortar los baldosines.

obtenidos los baldosines rectangulares o cuadrados en el cortador de la hilera son colocados en este nuevo cortador, donde mediante alambres entrecruzados se cortan los ángulos, quedando en la forma exagonal u octogonal deseada.

Los baldosines obtenidos mecánicamente de la manera que acabamos

de indicar, han de ser afinados y sometidos a una segunda presión, que se efectúa con una máquina del sistema de la representada en la figura 153, que lleva dos moldes giratorios alrededor de uno de sus montantes, los cuales están por turno debajo de la

prensa de moldeado, y en la descarga del baldosín reprensado.

Los moldes están formados por un cerco móvil con su charnela y un fondo liso: los costados del cerco están inclinados para dar a la pieza la forma prismática; el baldosín forjado con pasta firme se coloca dentro del cerco y se somete a la presión del excéntrico que le

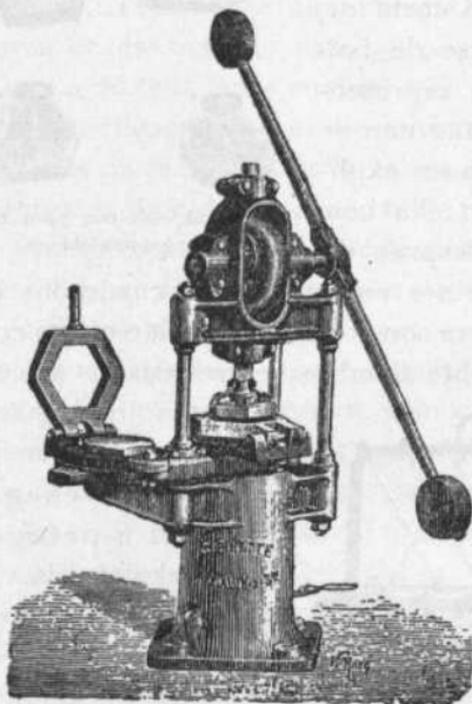


Figura 153.—Prensa para el afino de los baldosines.

Pinette de Chalon Saone (Francia), puede reprensar 500 baldosines por hora.

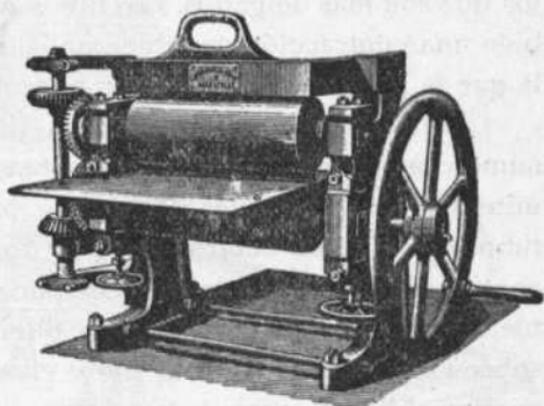
A veces los baldosines se pasan por entre dos cilindros laminadores (figura 154), de los cuales el de encima es de bronce con objeto de dar lustre a la cara

da la forma deseada; cuando ha sufrido la presión gira el molde poniéndose al costado de la máquina, mientras entra bajo la prensa el otro molde, y se retira la pieza con la forma que se desea obtener; si al retirarlo se le notan rebarbas se quitan con un cuchillo de acero. Esa prensa, construída por la casa

buena y el de debajo es de fundición y acanalado para producir estrías en el reverso del baldosín para favorecer la adherencia del yeso o del mortero de cemento con que se fijan al embaldosar.

Después del moldeado se colocan los baldosines dos a dos con sus caras exteriores en contacto, y se ponen a secar en pilas que se cargan superiormente con pesos para impedir su deformación.

La cocción de estos objetos se practica en los mismos hornos que las tejas, y hay que irlos calentando poco a poco para que la desecación sea lenta y dé lu-



gar a la salida del vapor de agua sin deformar las piezas.

Figura 154.—Cilindros para lustrar los baldosines.

#### IV.—Tubos de saneamiento.

En los países pantanosos o muy húmedos ha tenido grandes y beneficiosos resultados el empleo de estos tubos en el saneamiento del terreno, llegando por lo tanto la fabricación de éstos al más alto grado de perfección. Los tubos deben tener suficiente resistencia para soportar el transporte y ser inalterables a la acción del agua.

En la confección de estos tubos se emplean arcillas más o menos arenosas y tierras plásticas exentas de caliza; se incorporan estas substancias y se preparan al

trabajo por los mismos medios que se han dicho para los ladrillos, empleando la cuba de amasar.

El grado de consistencia que debe tener la pasta para ponerla en trabajo, depende en gran parte de la dimensión de los tubos que se trata de fabricar; para los tubos de gran diámetro, muy sujetos a deformarse al salir de la máquina, la pasta debe ser más dura que para los que son más delgados. Los tubos experimentan también una contracción variable con su calibre; razón por la que la pasta varía también con los diámetros.

Las máquinas para moldear los tubos son en el día numerosas, y se dividen en dos grandes grupos: intermitentes y continuas; es decir, que producen cada vez tubos de longitud determinada, o que producen tubos continuos, que se pueden cortar por donde se conceptúe conveniente; de todos modos, obran estas máquinas sobre las tierras ejerciendo sobre ellas una compresión que las obliga a pasar a través de una abertura practicada en una placa, en cuyo centro se sostiene un macizo; la arcilla, escapándose por el intervalo comprendido entre este macizo y la abertura, toma todas las formas que a éstos se les quiera dar; como vemos, este es el mismo sistema empleado en la confección de ladrillos huecos, y las máquinas están fundadas en los mismos principios.

Las máquinas de acción continua más empleadas antiguamente fueron la de Ainslie, la de Franklin y Ethewidge y la de Raudel y Samders; y las de acción intermitente, las de Clayton, Dovie y William.

La de Clayton, representada en la figura 155, se componía de dos cilindros de fundición A B, abiertos por sus dos extremos y enlazados por orejas a un

vástago vertical, alrededor del cual pueden girar un pedal sobre el cual se apoya este eje, permite levantar independientemente los cilindros; éstos reciben la pasta y sirven alternativamente para el trabajo. Uno de ellos

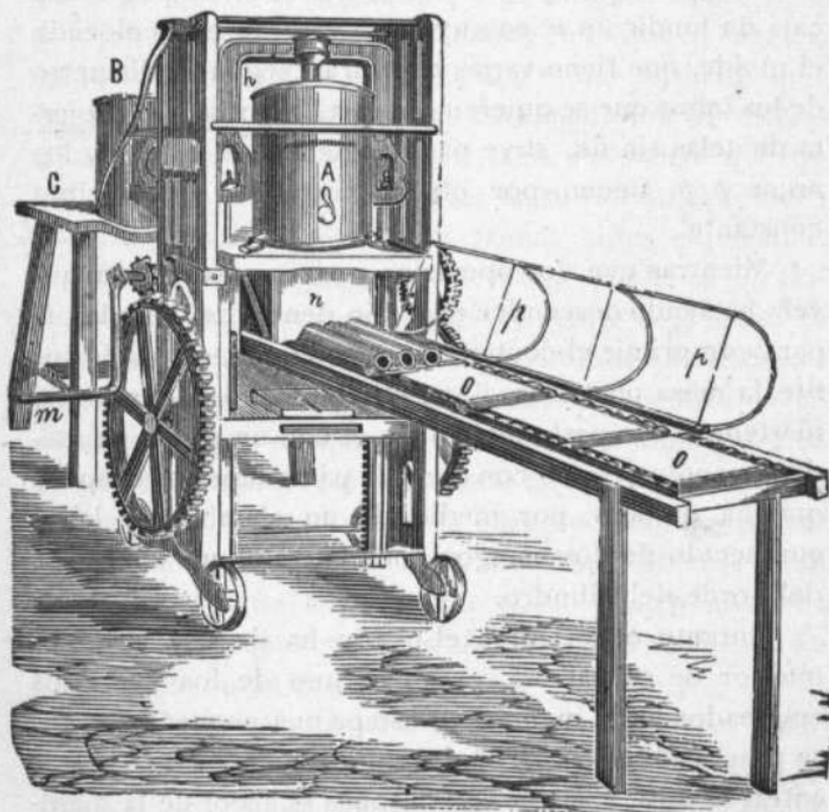


Figura 155.—Máquina de Clayton, de acción continua para moldear tubos.

reposa sobre una mesa C, a la espalda de la máquina, mientras que el otro se apoya sobre una placa, sobre la que se fija por unas clavijas móviles. El vástago del pistón destinado a comprimir la pasta está enlazado en su parte más alta a una pieza de fundición *h*, cuyas

ramas verticales terminan en cremalleras, sobre las cuales accionan piñones, a los que se comunica el movimiento de la manivela  $m$ , por el intermedio de un sistema de engranajes.

A la placa de apoyo del cilindro está adaptada una caja de fundición  $n$ , en cuya cara anterior está colocado el molde, que tiene varias aberturas, según el diámetro de los tubos que se quieren obtener. La mesa  $o o$ , cubierta de telas sin fin, sirve para sostener los tubos, y los arcos  $p p$ , tienen por objeto cortarlos de longitud constante.

Mientras que dos operarios accionan sobre la manivela haciendo descender el pistón dentro del cilindro A para comprimir el contenido, otro obrero, colocado sobre la mesa posterior, llena el cilindro B y comprime fuertemente la pasta dentro de él con un pistón de madera, espolvoreando con arena la parte superior después que ha quitado, por medio de un alambre de latón guarnecido de dos mangos, toda la pasta que sobresale del borde del cilindro.

Durante este tiempo el pistón ha llegado al límite inferior de su carrera; entonces uno de los operarios empleados en la manivela, destapa una pequeña abertura practicada en la pared del cilindro destinada a dejar entrar el aire, y moviendo después el árbol de la manivela en el sentido de su longitud, se desengrana el piñón que ha funcionado para el descenso, y se engrana otro con una rueda colocada en la parte opuesta de la máquina; esta rueda está calculada de modo que pueda volver el pistón a la parte superior de su carrera en poco tiempo, por medio de tres o cuatro vueltas de manubrio.

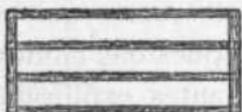
El obrero que está a la espalda de la máquina obra entonces sobre el pedal, levanta un poco el cilindro A, le atrae hacia él, y le coloca en la mesa en la misma posición que ocupaba el cilindro B; colocando en seguida el pie sobre el segundo pedal, levanta el segundo cilindro y le coloca sobre la placa, en la que le asegura en la misma posición que ocupaba el que acaba de quitarse. Mientras que se practica esta maniobra de recambio, el pistón permanece levantado, de suerte que no estorba las operaciones; una vez en su puesto el cilindro lleno de pasta, se repiten las faenas antes explicadas.

El tiempo necesario para levantar el pistón y cambiar los cilindros es solamente de veinte segundos. El aparato Clayton puede hacer 14.000 tubos en diez horas de trabajo, y el desperdicio es mucho menor que en otras máquinas, porque es mucho más cómodo y fácil llenar los cilindros, sin que quede aire interpuesto entre la pasta. El coste de mano de obra de moldear un millar de tubos es insignificante, aun teniendo en cuenta la preparación de la pasta, pues solo cuatro hombres bastan para preparar en seis horas la pasta empleada en la máquina en un día.

Los rodillos de la mesa del aparato de cortar, cuando se fabrican tubos de diámetro un poco grande, no pueden ser cilíndricos, porque los tubos, demasiado blandos, se deforman mucho y luego han de ser repasados; en ese caso, esto es, en la fabricación de tubos de mucho diámetro, es mejor emplear rodillos de la forma representada en la figura 156, pues de esta manera quedan sostenidos por buena parte de su circunferencia y la deformación, aunque inevitable, es mucho menor.

A medida que los tubos salen de la hilera y quedan

cortados a la dimensión deseada, se van colocando en bandejas de celosía como la representada en la figura 157. Estas bandejas se amontonan en número de 14 ó



Figuras 156 y 157.—Cilindro para sostener los tubos de diámetro grande y bandeja para depositar los tubos.

15, adosando cada dos, dejando una calle en medio de cada grupo (figura 158). De esta manera se hace luego de una manera muy cómoda la operación de enderezar los tubos, pues el operario encargado de ella se pone al principio de la calle libre, teniendo ante sí una mesa portátil espolvoreada de arena fina, introduce un palo cilíndrico (figura 159) en el primero de los tubos que están a su alcance, y levantando el palo saca el tubo de la bandeja y lo apoya en el tablero de la mesa, donde, cogiendo el palo con una mano en cada extremo, rueda el tubo sobre el tablero con lo cual va tomando su forma cilíndrica.

Una vez conseguida la corrección del primer

tubo lo devuelve a su sitio sin más que levantar el palo y apoyar el tubo en el sitio en que estaba; toma como hemos dicho antes, el tubo inmediato, que endereza igual que el primero y así continúa con todos los que tiene a su alcance a derecha e izquierda. Una vez terminados éstos, empuja la mesa ante sí, y procede de igual

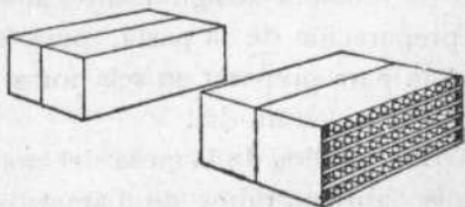


Figura 158.—Almacenamiento de las bandejas cargadas de tubos.

manera con los tubos a que entonces alcanza, y así sucesivamente con todos los de la calle en cuestión, para empezar luego con los de la calle inmediata.

La operación de enderezar los tubos no es suficiente, a veces, practicarla una sola vez, pues si la pasta está todavía demasiado tierna, o es el tubo de demasiado diámetro, vuelve a deformarse, aunque no tanto como la vez primera, y ha de repetirse su enderezamiento otra vez y a veces más.

Para que no se adhiera el palo a la pasta del tubo, se ha de mojar de cuando en cuando en el agua de una artesa que se tiene en la mesa.



Las máquinas más em- Figura 159.—Cilindro para enderezar los tubos.  
pleadas hoy para la fabrica-

ción de los tubos son las representadas en la figura 160, que operan con barro bastante consistente para que los tubos elaborados no se deformen después de abandonar la hilera, lo cual supone una economía importante porque no es necesario enderezarlos.

## VI.—Cocción de los ladrillos, baldosines, tejas y tubos.

Los ladrillos de las diversas clases dichas, las tejas, baldosas, tubos, etc., cuando han llegado a su verdadera desecación, están en el caso de pasar a la cocción.

Ya nos hemos ocupado en otro lugar de la cocción de ladrillos, tejas, etc., al aire libre, y de los hornos empleados en algunos casos, sólo diremos aquí que los ladrillos suelen quemarse al aire libre o en hornos fijos, que pueden ser descubiertos, cuadrados o rectangulares, cerrados ordinariamente por cuatro muros verti-

cales de ladrillo, enterrados o apoyados por fuertes terraplenes; en el pie de uno de estos muros hay practicadas unas bóvedas, que se prolongan en toda la extensión del horno, constituyendo su base, y están llenas de

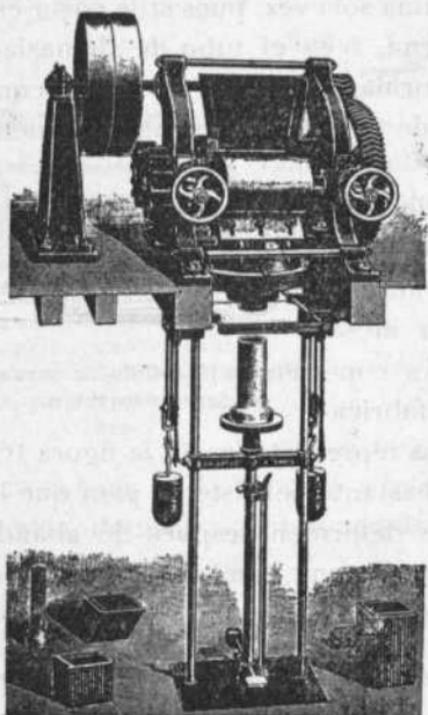


Figura 160.—Máquina hilera para moldear tubos.

aberturas, con objeto de que pasen por ella los productos de la combustión de las leñas quemadas debajo.

Se ha observado por la experiencia que se obtenía el máximo efecto útil del combustible cuando los huecos dejados entre los ladrillos que se han de cocer es el tercio del hueco total.

En algunas localidades se emplea el horno representado en sección

vertical en la figura 161, para la cocción de tubos, tejas, baldosas, etc., siendo también aplicable a la de los ladrillos. La base de este horno es rectangular; sobre uno de sus lados menores, se encuentra el hogar F provisto de su rejilla de hierro, y al otro extremo hay una chimenea C, de dos a tres metros de altura; canales abovedados, en número de tres a cuatro, marchan en toda la

longitud del horno, desembocando en el hogar y soportando una plataforma ligeramente inclinada hacia delante, y cortada por numerosas aberturas que dan paso al aire caliente. El laboratorio o plaza, está separado del hogar por un muro de ladrillos refractarios con varios claros practicados en sus caras, por los que pasan las llamas y el calor; el horno está cubierto de

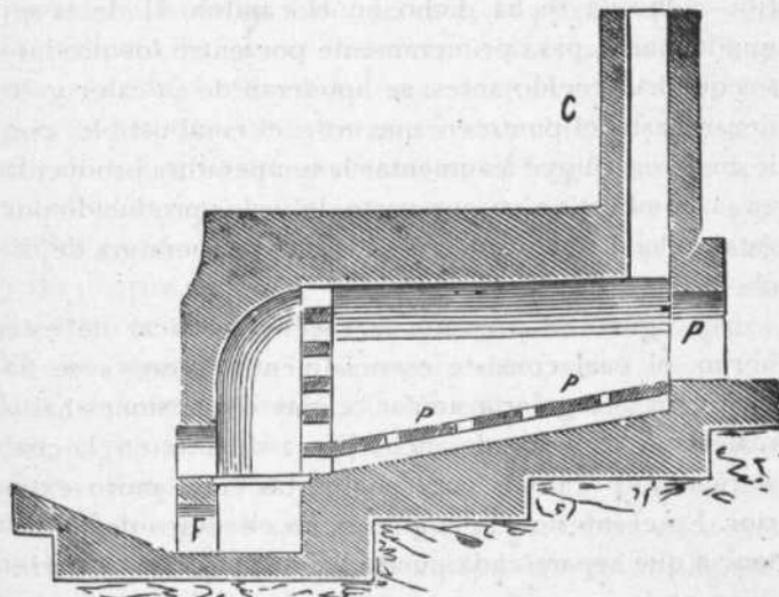


Figura 161.—Horno empleado en la cocción de tubos, tejas y baldosas.

una bóveda en asa de cesto, que desciende por delante a partir del muro antes dicho, para unirse con la boca del hogar. La puerta P, por la que se practica la carga y descarga del horno, está debajo de la chimenea, y se cierra con un fuerte muro de ladrillos y una capa de arcilla durante la cocción.

Aunque los hornos anteriores representan ventajas considerables sobre los hornos piras empleados en la

fabricación rural de ladrillos, el horno Hoffmann y sus derivados son sin contradicción los que bajo todos los puntos de vista ofrecen las mayores ventajas, entre las que sobresalen la economía que reportan y la buena calidad de los productos fabricados.

En el horno Hoffmann, de forma circular en sus primeros modelos o tipos, el aire que alimenta la combustión como ya se ha dicho en el capítulo II de la segunda parte, pasa primeramente por entre los productos que han cocido antes, se apoderan de su calor y lo llevan hasta el punto en que arde el combustible, con lo cual contribuye a aumentar la temperatura producida en la combustión ya que parte del calor producido por ésta no ha de emplearse en elevar la temperatura de dicho aire.

La figura 88 presenta la sección vertical de este horno, el cual consiste esencialmente como ya se ha dicho, en una galería anular, cuyas dimensiones habituales son 3 metros de ancho por 2 de alto, en la cual se penetra por doce puertas abiertas en el muro exterior. En el interior de la galería, en el centro de la distancia que separa cada puerta, se encuentra una corredera, en la que entra un registro o compuerta que se puede introducir por la parte superior; el número de registros es igual al de puertas, por lo que puede conceptuarse esta galería dividida en doce departamentos. En cada departamento, y cerca de la compuerta, hay un canal que va a una segunda galería circular, llamada cámara de humos, concéntrica a la primera; esta cámara comunica por cuatro canales con la chimenea que existe en el centro del sistema; con objeto de poder interrumpir la comunicación entre esta cámara y cada uno de

los departamentos, hay doce válvulas que, manejándose desde fuera, pueden obstruir el canal que se quiera. Veamos ahora el modo de funcionar este horno, en el cual los ladrillos y el combustible se cargan juntos, cuidando de dejar canales para la circulación como se ha dicho en la cocción al aire libre.

Supongamos el registro colocado en uno de los departamentos: de un lado de éste, la válvula que cierra el conducto de humo más cercano está levantada, y bajadas o cerradas todas las demás; del otro lado, las dos puertas exteriores más cercanas están abiertas, permaneciendo todas las demás cerradas; el fuego está en actividad en el compartimiento opuesto al registro; los ladrillos cocidos están situados entre este compartimiento y las puertas abiertas, y los ladrillos sin cocer se encuentran entre este mismo compartimiento y el registro. El aire llamado por la chimenea entra en el horno por las dos puertas abiertas, circula entre los ladrillos cocidos, cuyo calor toma, y llega al punto de la combustión a una temperatura elevada, activa esta combustión, arrastra los gases que produce y pasa con ellos por entre los ladrillos crudos, calentándolos gradualmente, y se escapa con los gases a la chimenea por el conducto que encuentra abierto; resultando de esto que, al par que se verifica la cocción de un departamento, mientras se enfrían los ladrillos ya cocidos se van calentando los que están preparados para sufrir la cocción.

La cantidad de combustible consumido, varía según su cualidad y también con la facultad de cocción de las tierras. En un horno construído en Alemania, trabajando regularmente, se quemaron en seis meses 40 quintales métricos de hulla de buena calidad (en cisco), por

cada 27.000 ladrillos de buen tamaño. En otro horno solo se gastaron 100 kilogramos de hulla por 1.000 ladrillos.

El carácter principal de un ladrillo bien cocido, y por el que se le reconoce, es el sonido claro que produce por el golpe; cuando por el contrario producen un sonido opaco, no están bastante cocidos y son ordinariamente heladizos, o lo que es lo mismo, no resisten las heladas, que les hace henderse y caerse a pedazos.

El horno Hoffmann tiene el inconveniente de ocupar, por su forma circular, una superficie muy grande con respecto al área útil para la cocción, así es que se idearon hornos Hoffmann de planta rectangular, en los que las cámaras están dispuestas en dos filas, adosadas una a otra con dos cámaras, una en cada extremo, de unión de una fila con otra.

Modificaciones del horno Hoffmann, especialmente destinados a la cocción de productos cerámicos son los de Virollet, Dannenberg, Witte, Escherisch-Schwandorf, Mendheim, Siebert, etc.

El horno de Virollet es un horno de galería, en el cual se han dispuesto, de trecho en trecho, hogares fijos de parrilla. El aire penetra del exterior por la parte inferior de la parrilla y atraviesa el combustible, y los productos de la combustión, como en el horno Hoffmann, recorren la parte de galería que está cargada con los productos que se han de cocer. La diferencia de este horno con el Hoffmann, consiste en que la alimentación de aire para la combustión no se verifica con aire caliente, sino con aire frío que se toma del exterior, y su ventaja es que el combustible no está en contacto con los productos que están cociendo.

En el horno de Dannenberg tampoco está el combustible en contacto de los productos cerámicos, pues se carga de combustible por la parte superior en un sitio apartado de ellos (figura 162). Está constituido por

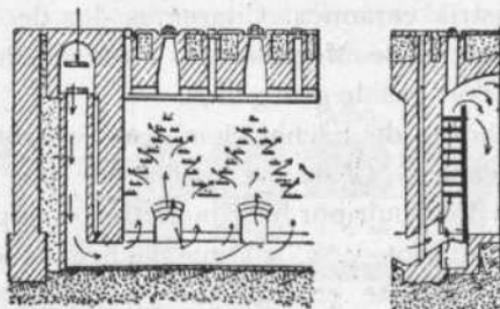


Figura 162.—Horno de Dannenberg.

una serie de cámaras, todas iguales, que comunican entre sí por conductos inferiores. En una de las paredes de las cámaras hay dispuestas unas parrillas escalonadas colocadas debajo de las aberturas superiores por donde se verifica la alimentación de combustible. El aire llega inferiormente por tragantes colocados debajo de las parrillas; este aire llega caliente, pues procede de la cámara inmediata anterior, que es la última de las que contienen productos cocidos en período de enfriamiento. Se conserva, pues, en este horno, la economía que hay en el Hoffmann, producida por la alimentación de la combustión con aire caliente.

En el horno de Witte se conserva la disposición general del horno Hoffmann, pero tiene hogares dispuestos en las paredes de la fachada, y en estos hogares se alimenta la combustión con el aire calentado por contacto de los productos cocidos que se están enfriando.

La cocción de los productos que no pueden estar

en contacto con el combustible, puede efectuarse por medio de hornos que se alimenten con combustible gaseoso, debiéndose considerar esta aplicación de los gases combustibles como un gran progreso introducido en la industria cerámica. Citaremos dos de estos hornos, a saber, el de Mendheim y el de Escherich, alimentados con gas de gasógenos.

En el horno de Escherich el gas es producido en dos gasógenos G, G' de los cuales sale por el tragante W para distribuir por los conductos principales R, R' a los secundarios v, v' v'' que vienen a continuarse luego verticalmente en unas tuberías d, d' d'' hechas con ladrillo hueco y provistas de numerosas aberturas laterales de 5 a 20 milímetros de diámetro, constituyendo otros tantos mecheros en los que, inflamado el gas, arde con llamas casi horizontales de 3 a 20 centímetros de longitud, como se indica en el corte del horno (figuras 163).

Esta disposición permite también, al ser necesario, trabajar con llama reductriz, pues basta disminuir el acceso del aire, dando a los registros la abertura conveniente.

El alquitrán que los gases del gasógeno han condensado al enfriarse durante su recorrido por los conductos R, se reúne en los depósitos T, T' que comunican con cierre hidráulico con dichos conductos R, lo cual permite extraerlos cuando se han acumulado en cantidad suficiente. Una serie de mirillas s permit evigilar la marcha de la combustión.

La alimentación del gas también podría efectuarse por la parte superior, esto es, introduciéndolo por la bóveda de las cámaras.

A este horno también se le da el nombre de horno de Schwandorf.

En el horno de Mendheim, constituido por un número variable de cámaras dispuestas en dos series paralelas adosadas, se obtiene una distribución más uniforme de la temperatura en las cámaras (figuras 164, 165

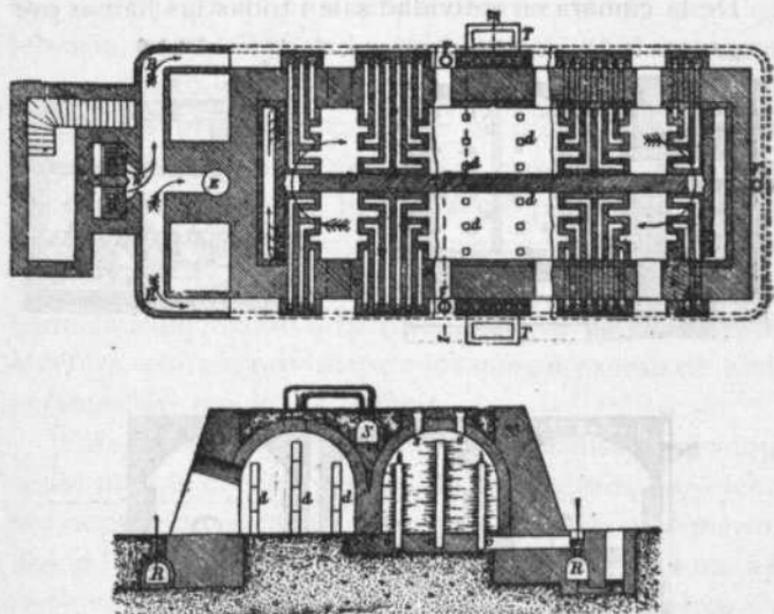
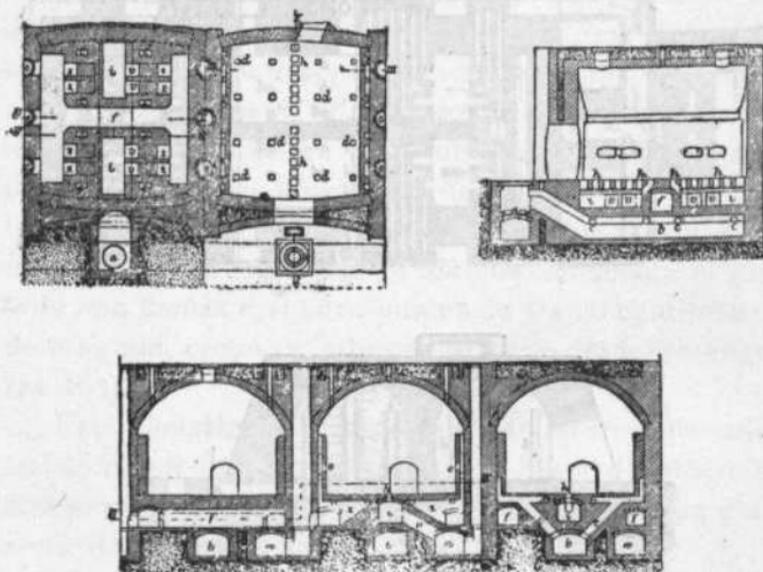


Figura 163.—Horno de Escherich.

y 166). El gas de los gasógenos llega por la válvula *a* que hay en cada una de las cámaras, al conducto *b* y desde éste, por debajo de la solera, a los conductos laterales ascendentes *c* que lo conducen en parte, directamente por las aberturas *d* a la cámara cargada de ladrillos por cocer, después de mezclado con el aire caliente que llega asimismo debajo de la solera por los conductos *e*, con lo cual se produce una llama que atra-

viesa verticalmente la carga de la cámara, y en parte pasa a unos conductos adosados a los muros de separación de las cámaras en donde, previa mezcla con el aire caliente que también llega de los conductos *s*, y penetra en el horno en forma de llama que atraviesa la cámara de arriba a abajo.

De la cámara en actividad salen todas las llamas por



Figuras 164, 165 y 166.—Horno de Mendheim.

los tragantes *h*, practicadas en línea recta a todo lo largo del eje longitudinal de la solera, y por los conductos *i*, *v*, *w* y las válvulas *e* al conducto *f* de la cámara inmediata y sus derivaciones *s*. El mismo camino siguen los humos al pasar de la segunda cámara a la tercera, etc., y lo propio sucede con el aire caliente que de la cámara apagada llega a la cámara que está en actividad para alimentar la llama.

La cocción de las tejas presenta en realidad más dificultades que la de los ladrillos. Dada la composición especial del barro empleado en su confección, pues ha de contener una cierta proporción de cal para dar a la teja un grado conveniente de impermeabilidad, resulta que entre la temperatura de cocción y la temperatura a que la pasta principia a reblandecerse, media poca diferencia, por lo cual en los hornos en que la temperatura se acumula en la parte inferior, se corre el peligro de que los productos cargados en dicha región se deformen bastante antes de que los cargados cerca de la bóveda estén cocidos. Este defecto puede aminorarse cargando en la parte baja, esto es, hasta unos 40 ó 50 centímetros de altura, los productos más resistentes, como ladrillo macizo o ladrillo hueco de paredes recias, etcétera, esto es, productos a los que un exceso de temperatura no pueda perjudicar.

Este inconveniente también puede subsanarse adoptando para la cocción hornos de poca altura, por ejemplo hornos cuyas cámaras no sea superior a 2,20 metros desde la solera a la clave, adoptando entonces un ancho que puede alcanzar hasta 2,75 a 2,85 metros, lo cual representa una sección muy aceptable.

Otras veces se procura resguardar las tejas de la temperatura demasiado elevada de ciertas regiones del horno rodeándolas con verdaderos muros de ladrillo, de manera que estos reciban la acción de las llamas más calientes, pero esto tiene el inconveniente de que el número de tejas y de ladrillos sometidos a la cocción vengan el uno a depender del otro, no quedando libertad de hacer cochuras con mucho ladrillo y poca teja, o al revés.

Finalmente, también puede lograrse una regularización de la calidad de los productos obtenidos, moldeando las tejas con tres barros de distinta composición, con objeto de poner las que contengan el término medio en la región central y las que contengan menos en la parte superior. En este caso, deben señalarse con una marca especial los productos de cada categoría para no sufrir, en el acto de la carga, equivocaciones que podrían provocar pérdidas de consideración.

### V.—Cacharrería mate.

En razón al bajo precio que se venden estos productos, no comprenden en su fabricación ningún procedimiento costoso. Los materiales empleados son generalmente las arcillas figulinas y las margas arcillosas; la pasta no se lava y solamente se la amasa con los pies o en la tina, que ya conocemos.

Los objetos de que nos ocupamos se distinguen de los anteriormente indicados en que se construyen al torno y raramente se moldean; el torno empleado en este trabajo es el llamado *torno de alfarero*, ya descrito en el tomo I.

Entre estos objetos se distinguen los siguientes:

#### ALCARRAZAS

*Las alcarrazas* sirven para refrescar el agua en los países cálidos, y son botellas o botijos de tierra cocida bastante porosa, para dejarse penetrar por el agua, que cuando están llenas de este líquido, sale a la cara exterior presentando al aire una gran superficie, operándose una evaporación que tiene por resultado

hacer descender la temperatura del agua algunos grados más baja que la del aire ambiente.

Se comunica a la pasta de las alcarrazas o hidroceramos la conveniente porosidad, añadiendo una gran cantidad de arena o cemento arcillo-arenoso a la pasta, y cociéndola a una temperatura poco elevada.

Algunas veces se introduce en la pasta sal marina, que después de la cocción se disuelve en el agua, lo que produce en las alcarrazas un gran número de pequeños huecos o cavidades.

#### TIESTOS

Estos se construyen al torno; la rapidez con que se verifica el torneado, explica el buen precio a que se vende este artículo. La arcilla figulina que se emplea en su confección se cementa con arena silícea. Deben estar bien cocidos porque si tuviesen falta de cocción, la acción continua del agua a que están expuestos los destruiría muy rápidamente, pero al propio tiempo han de tener la porosidad suficiente para que las raicillas de las plantas puedan respirar como si éstas estuviesen plantadas en pleno campo. La cal, por consiguiente, debe excluirse de su composición en lo posible, por que comunica fusibilidad a la pasta.

Para someterlos a la cocción es corriente cargarlos en la parte alta de los hornos, en pilas tumbadas encima de los ladrillos y tejas. A veces también se cargan en la parte baja, pero han de estar muy protegidos tanto de los golpes de fuego como de la presión ejercida por los objetos cargados encima de ellos.

## COCCIÓN DE TIERRAS MATES

La cocción de los objetos de barro mate, o sin barniz, que son los que hemos indicado, no tiene más objeto que el impedir que se deshagan en el agua y darles bastante solidez para que se puedan manejar sin peligro de romperse, a menos que no reciban algún golpe. Los gastos de cocción deben estar en relación con los de fabricación; estos objetos cuecen a un solo fuego, cuya temperatura varía según el objeto de los productos, pudiéndose elevar hasta la cocción del gres común.

Se practica ordinariamente esta cocción en hornos cuadrados con hogares inferiores, iguales a los descritos en el capítulo correspondiente (figura 99 del tomo I); se colocan los objetos que se han de cocer en el laboratorio *a a*, al cual llegan las llamas de los hogares por los diversos conductos practicados en la bóveda que los cubre; como combustible se emplea la leña o la hulla, y a veces la turba. Para cocer los objetos es necesario tener algún cuidado en la conducción del fuego.

El primer fuego, que se llama *temple*, debe durar unas doce horas, y darse moderadamente; el segundo, o gran fuego, es mucho más vivo, y debe durar de seis a ocho horas; al final se llena el hogar de leña menuda, manteniéndole constantemente lleno, y no se debe aflojar hasta que el interior del horno está todo él rojo claro y sin humo; llegado este caso se cesa de alimentar y se deja enfriar lentamente.

**VII.—Barros artísticos.**

La fabricación de barros cocidos artísticos, esto es, con formas adecuadas para la decoración de los edificios.

y de las viviendas privadas, se remonta indudablemente a la más remota antigüedad. Ya Plinio hace mención de una estatua de Júpiter colocada en el Capitolio y también de un Hércules, célebres ya en su tiempo, y en el museo de Nápoles pueden verse estatuas de barro cocido de casi 2 metros de altura.

Los barro ornamentales antiguos están casi todos coloreados de rojo, verde o azul. A este efecto cita también Plinio que Dibutade, alfarero de Corinto, introducía «rubrica», después llamada rubrina u óxido rojo de hierro, en la arcilla que preparaba para sus trabajos. Y si bien estos colores eran de naturaleza térrea y poco adherentes, puede citarse que en las ruinas de Metaponte, del Golfo de Tarento, se encontraron trozos de cornisa y cabezas de león de unos 40 centímetros de altura coloreadas de pardo, rojo y amarillo. Estos fragmentos tenían aspecto mate pero los colores se conservaban vivos; lo cual da lugar a creer que fueron cocidos con la pasta, y además presentaban la particularidad notable de que la pasta de la superficie no era igual que la del interior, pues aunque ésta era muy dura y de grano grueso, aquélla era mucho más fina, con lo cual los detalles de la escultura resultaban muy delicados.

No vamos a seguir paso a paso el progreso de estas cerámicas en todas las edades pasadas. Sólo recordaremos, antes de entrar en la técnica de su fabricación, que ya hemos citado en la reseña histórica con que hemos dado principio a este libro, los celebrados barro saguntinos y las estatuas que adornan algunos templos de Sevilla.

Las pastas empleadas en la fabricación actual de los barro esculturales difieren poco de las empleadas en

la fabricación de tejas. Ha de tenerse solo presente en la preparación de estas pastas que los barrores ornamentales suelen tener gruesos mucho mayores que las tejas, y, por consiguiente, la pasta para dichos barrores ha de diferenciarse de la destinada a fabricar tejas en una mayor proporción de desgrasante para facilitar las contracciones.

La preparación de estas pastas es corriente hacerla triturando juntos las arcillas y el cemento. Esta trituración de las arcillas tiene por objeto pulverizar todos los granos de cal o de piritita que puedan contener. Después se ciernen por el tamiz número 20, y seguidamente se pasan dos veces por el malaxador para que la mezcla resulte bien homogénea. Se divide entonces la pasta en masas de 18 a 20 kilogramos que se amontonan en cuevas cerradas, cuyas paredes se mojan para que se conserven frescas, donde se abandonan por espacio de veinte o veinticinco días. Durante este reposo la humedad de la pasta se ha uniformado completamente penetrando en todas sus moléculas, con lo cual se mejora extraordinariamente su plasticidad, aunque no puede asegurarse, como dicen muchos prácticos, que de esta manera al cocer se alabeen menos los productos ni que se rompan menos.

El moldeado o modelado ha de hacerse de manera que las partes gruesas tengan huecos interiores con objeto de que el espesor de pasta sea lo más uniforme en todo el producto; de esta manera se evitan casi completamente los percances atribuibles a la desigual contracción que sufren las partes en que hay gran masa de pastas y aquellas que son de paredes delgadas. Aquí se deberá también prestar gran atención a la manera

de moldear, recordando la desigual contracción que sufren las pastas según se ha hecho el moldeado; observaremos aquí, ahora que conocemos el funcionamiento de las máquinas de moldear con hilera, el muy importante detalle, de que los productos elaborados con las hileras verticales sufren siempre menos contracción que los salidos de las hileras horizontales.

No entraremos aquí en detalles de la manera de preparar los moldes en la gran variedad de formas y disposiciones que se les debe dar; son éstas, operaciones que son sumamente difíciles de describir sin que sea posible exponerlas con suficiente claridad para poder prescindir de verlos sacar prácticamente; con unas pocas veces de ver modelar figuras de formas tales que exijan moldes compuestos de varias piezas para luego poder desmoldar sin romper las partes salientes de dichas figuras, se estará en condiciones de repetirlo con grandes probabilidades de éxito; y una vez se ha salido airoso de las primeras tentativas, la misma experiencia que se va adquiriendo sugiere medios para casos de mayor complicación.

La desecación de los barros moldeados requiere grandes precauciones sobre todo por las inevitables diferencias de espesor de sus distintas partes; deben secarse lentamente, resguardados de las corrientes de aire y de las variaciones de temperatura, evitando sobre todo el contacto de los rayos solares.

La cocción de los barros artísticos puede operarse en los hornos destinados a la cocción de tejas, pero es preferible hacerla en hornos de fuego continuado que penetra en la cámara por orificios practicados a la altura de la solera. Hay talleres, también, en que se cuece en

hornos de mufla, pero esto sólo se hace cuando se trata de objetos pequeños de fantasía, como por ejemplo, jarrones, medallones, estatuillas y figuras de pequeñas dimensiones, etc., que luego se pagan a buenos precios y permiten el gasto mayor que dicha cocción supone, así como incluso una preparación más cuidada con pastas preparadas con tierras más caras y tamizadas por el tamiz núm. 200.

Para los barros cocidos blancos se emplean arcillas plásticas o blancas o grises de la mejor calidad, adicionadas de sílice, creta, feldespatos, vidrio blanco y arenas calizas tamizadas por el tamiz núm. 120, y empleadas en diferentes proporciones, como indican las siguientes tres mezclas:

	I	II	III
Arcilla blanca plástica (tamizada por el núm. 20).....	100	100	100
Arena blanca triturada (tamizada por el núm. 100).....	50	50	50
Creta en polvo impalpable.....	20	20	—
Vidrio de botellas (tamizado por el número 100).....	40	—	—
Feldespatos (tamizado por el núm. 20).....	—	30	—
Arena caliza, pulverizada.....	—	—	60

La cocción debe ser un poco enérgica para que los productos cocidos no contengan sales solubles.



## CAPÍTULO II

### PRODUCTOS REFRACTARIOS

Productos refractarios son aquellos que pueden resistir temperaturas muy elevadas sin deformarse, resquebrajarse o fundir. No podrán, por consiguiente, fabricarse con pastas cuya composición se asemeje a la de los productos denominados barros cocidos, puesto que éstos, por la presencia en sus pastas de algunos elementos que comunican fusibilidad a la masa, se deforman a temperatura poco elevada.

Las arcillas que se emplean en la fabricación de los productos refractarios son las llamadas arcillas refractarias, considerándose como tales, las que, sometidas a la cocción, no se deforman todavía cuando ya lo hace el cono núm. 26 de Seger.

Además de las arcillas pueden emplearse también otros productos para formar las pastas, de modo que, en general, puede decirse que las primeras materias empleadas en la preparación de pastas para productos refractarios, son:

- 1.º Arcillas plásticas refractarias.
- 2.º Sílice, en sus varios estados.
- 3.º Bauxita o sea silicato de alúmina hidratado.
- 4.º Magnesia en forma de giobertita y magnesita.
- 5.º Plombagina.

Las mejores arcillas refractarias son aquellas cuya composición se aproxima más a la de la arcilla pura, o sea

Sílice.....	46,50
Alúmina.....	40,00
Agua combinada.....	13,50
	<hr/>
	100,00

considerándose, en la práctica, buenas las arcillas siguientes, como lo demuestran los resultados de sus análisis.

	Andenne.	Hesse.	Silesia.	Provincs.	Escocla.	Monte- rean.		
Sílice.....	56	49,64	47,50	43,85	52,10	65,41	61,90	61,32
Sílice libre.....	2	—	—	—	—	—	—	—
Alúmina.....	29	34,78	34,37	36,30	36,00	30,55	32,34	24,70
Hierro.....	—	1,80	1,24	0,46	1,80	1,70	3,02	2,20
Cal.....	—	0,68	0,50	0,19	5,00	0,69	0,37	0,25
Magnesia.....	2	0,41	1,00	0,19	2,00	0,64	0,20	1,28
Potasa.....	—	0,41	trazas	—	no dos.	0,55	0,06	trazas.
Sosa.....	—	»	»	0,19	—	trazas.	0,30	»
Titano.....	—	no dos.	no dos.	no dos.	—	1,33	2,09	no dos.
Agua combinada o materia orgánica.....	14	12,00	14,00	17,78	deduc.	deduc.	deduc.	10,25

De todas maneras ha de tenerse siempre presente que las cifras representativas de los resultados de los análisis, tienen solo relativo valor, pues no indican cómo está constituida la molécula. Lo más práctico, hasta hoy, es hacer un ensayo en gran escala de resistencia al fuego, sometiendo a él, al propio tiempo que la arcilla cuyas condiciones quieren conocerse, otras arcillas tipos que conozcamos bien, o bien, conos de Seger. Como hemos dicho, son buenas las arcillas que resisten la temperatura del cono núm. 26 de Seger, o sea la de 1650 grados.

Las arcillas refractarias, generalmente, no pueden emplearse sin añadirles desgrasantes, consistentes, principalmente, en cemento de arcilla refractaria, grafito y arena silíceo o mejor arena cuarcífera. Ya sabemos que el mejor desgrasante será el cemento de la misma arcilla refractaria empleada en la pasta, pues así no se introducen elementos extraños a esta misma pasta, y en la elección de la composición de la pasta se ha de tener muy presente que los productos refractarios han de sufrir luego cambios bruscos de temperatura, que suponen un enérgico trabajo interno por las grandes dilataciones y contracciones que de dichos cambios de temperatura se dimanar.

Para la preparación de las pastas se siguen procedimientos análogos a los ya descritos, pero en el moldeo son muy poco empleados los procedimientos mecánicos, pues cotizándose los productos refractarios a elevado precio, la economía que representa el moldeado mecánico influye de una manera insignificante en dicho precio y en cambio los productos obtenidos no son a veces de calidad tan buena.

### I.—Ladrillos refractarios.

La composición de las pastas destinadas a la fabricación de ladrillos refractarios, puede ser muy variable. En el estado siguiente damos la de tres pastas diferentes empleadas en una fábrica belga.

	I	II	III
Arcilla refractaria.....	31	25	38
Cemento de arcilla.....	52	—	—
Cemento de ladrillo....	—	56	62
Arena cuarcífera.....	17	19	—

y también podría emplearse arcilla simplemente mezclada con arena cuarcífera, pero en este caso los ladrillos son más atacables por las materias básicas.

Para el moldeo de estos ladrillos no se emplea casi nunca la hilera. Se moldean a mano, con mucho cuidado y luego se someten al prensado de afino para que resulten ladrillos de formas bien regulares, ya que en muchas ocasiones se aplican en sitios donde las juntas han de estar muy bien ajustadas para evitar que por ellas penetren las substancias en fusión y destruyan en pocas horas o días toda la construcción.

En cuanto a la cocción, se verifica, por lo general, en hornos de funcionamiento intermitente, de plaza circular o rectangular, con varios hogares alrededor, consumiéndose, en ellos, una cantidad de combustible que representa del 20 a 25 por 100 del peso de los productos cocidos. La carga se dispone de manera que las llamas asciendan primero hacia la bóveda a lo largo de las paredes del horno; luego bajan hasta la solera donde

se dirigen a una especie de chimenea central improvisada con los mismos productos cargados, por donde ascienden otra vez hasta la bóveda donde hay la chimenea.

También se emplean, aunque en muy raras fábricas, hornos continuos con recuperación de calores perdidos, pero son alimentados con gas de gasógenos para evitar que los productos cargados se inutilicen por su contacto con el combustible o sus cenizas.

He aquí la composición de dos ladrillos refractarios, en los que varían mucho las proporciones relativas de sílice y alúmina, pero teniendo ambos poca proporción de bases capaces de dar fusibilidad al producto.

	Ladrillo inglés.	Ladrillo belga.
Sílice ( $\text{SiO}_2$ ).....	54,63	78,42
Alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).....	40,27	17,15
Oxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).....	2,67	1,30
— de manganeso $\text{MnO}$ .....	—	indicios
— cálcico $\text{CaO}$ .....	1,53	0,38
— magnésico $\text{MgO}$ .....	1,03	0,64
— potásico $\text{K}_2\text{O}$ .....	—	} 1,57
— sódico $\text{Na}_2\text{O}$ .....	—	

También se fabrican *ladrillos de cuarzo*, conocidos asimismo con el nombre de ladrillos de Dina, porque la primera materia empleada en su fabricación procede de Dina, valle de Neath (Glamorganshire, Inglaterra). Esta fabricación es de procedencia inglesa y tiene hoy mucha importancia, sobre todo en Inglaterra y en Bélgica. Soportan, sin fundirse, las más elevadas temperaturas empleadas en metalurgia, y, además, se con-

traen poco. Constituyen, pues, una materia preciosísima para revestir los hornos de acero y para los de resudado, así como para toda clase de hornos de reverbero, hornos de vidriero, hornos de porcelana, etc.

La preparación de la sílice empleada como primera materia, se verifica calcinando silex en un horno de

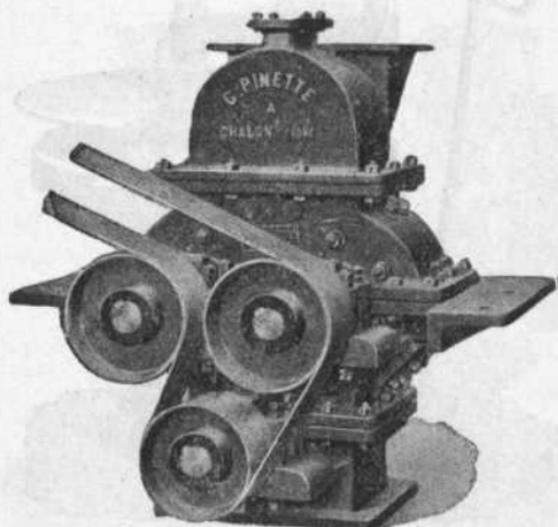


Figura 167.—Triturador sistema Moustler, de la casa Pinette.

cuba y seguidamente se pasa a un triturador de muelas verticales u otra máquina análoga (figura 167).

Luego se prepara una mezcla de 50 por 100 de polvo impalpable, 25 por 100 de polvo pasado por el tamiz núm. 50, y 25 por 100 de polvo pasado por el tamiz número 25, y a ella se adiciona del 3 al 4 por 100 de cal grasa pulverizada. Esta mezcla es moldeada en una prensa a brazo (figura 168) o en una prensa mecánica rotativa (figura 169).

La cocción se verifica en hornos rectangulares o circulares, de llama invertida, a la temperatura de los conos 13 ó 14 de Seger (1400 grados), pero a pesar de ella los ladrillos son muy deleznable, pero si se obtu-

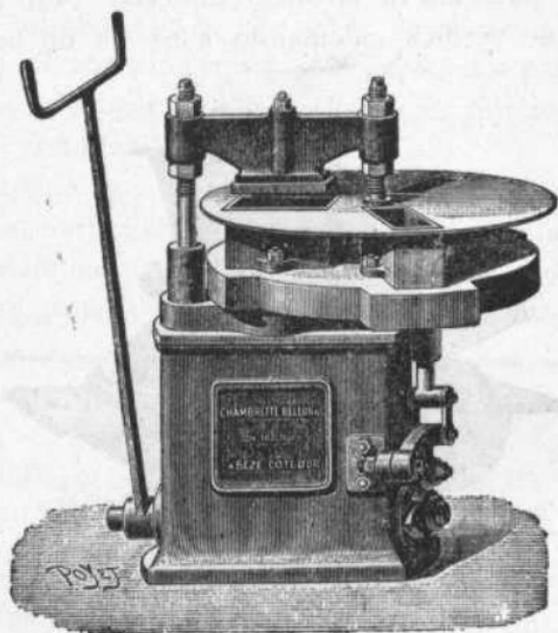


Figura 168.—Prensa a brazo para moldear.

vieran más compactos entonces, la acción del fuego los agrieta con mucha facilidad.

Pueden también prepararse muy buenos ladrillos refractarios con la dolomita, así como con piedra calcárea y magnesia calcinada al rojo blanco, pero se producen productos más hermosos si se añade hasta el 5 por 100 de arcilla, lo cual no disminuye mucho su resistencia al fuego. En su cocción ha de llegarse a temperatura muy elevada, pues su resistencia a los agentes químicos y a las escorias es tanto mayor cuanto más

elevada haya sido dicha temperatura; además esta clase de ladrillos se contraen poco, sobre todo los fabricados con la magnesia calcinada al rojo blanco más intenso posible.

Los ladrillos destinados al revestimiento de hornos en que se han de fundir álcalis o sulfuros alcalinos, han

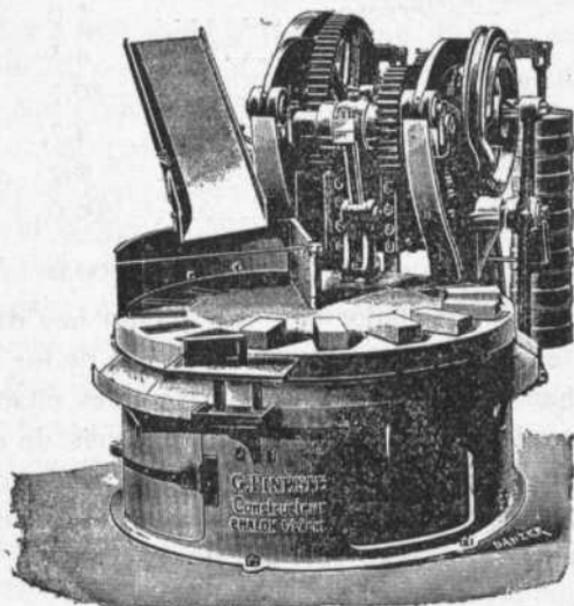


Figura 169.—Prensa mecánica rotativa para moldear.

de ofrecer una gran resistencia a estos agentes; será conveniente preparar su pasta con materias especiales, siendo en este caso muy recomendables la piedra ollaria o piedra de ollas de Noruega, del Tirol o de la América del Norte, que son rocas bastante blandas para que puedan fácilmente *tallarse* los ladrillos, los cuales, por cocción, adquieren luego una solidez bastante grande.

La composición de esta piedra viene a ser una mezcla de talco, clorita y dolomia; un análisis de ella dió las siguientes cifras:

Acido silícico.....	44,3
Cal.....	3,4
Oxido férrico.....	4,2
— ferroso.....	7,6
Alúmina.....	4,3
Magnesia.....	20,7
Sosa.....	4,7
Cloro.....	0,2
Agua.....	10,6
	100,0

Los ladrillos tallados con esta piedra han dado resultados excelentes para el revestimiento de los hornos en que han de fundirse las materias antes citadas; un fragmento de piedra de esta clase, después de cocida, perdió en una hora de contacto con carbonato de sosa fundido, solo el 0,4 por 100 de su peso, y en contacto de sulfuro de sodio tan solo 0,2 por 100.

## II.—Retortas de gas.

Para la obtención del gas del alumbrado, se pone la hulla en vasos cerrados, expuestos a una elevada temperatura, debiéndose operar la descomposición de la hulla a una temperatura por lo menos de 1100 grados. Estos vasos, llamados retortas, tienen poco más o menos 2 metros de longitud, afectando la forma de un semi-cilindro de 30 a 50 centímetros de diámetro.

Si no se tratase en la confección de estas retortas más que de la forma y dureza que debiera dárseles, sería

cuestión sumamente sencilla su elaboración; pero no basta esto solo: hay que tener muy en cuenta que estos objetos han de estar sometidos a bruscos cambios de temperatura, cuyos cambios deben soportar sin romperse; deben ser refractarias lo suficiente para no sufrir ningún reblandecimiento al calor que han de soportar; han de resistir los golpes que inevitablemente sufran en las cargas y descargas, y por último, deben carecer de dilatabilidad, porque, colocadas al fuego desnudo en los hornos y apoyándose solamente en los dos extremos, sujetos el uno en el fondo y el otro en la cara del horno, se concibe que si se produjese un movimiento sensible de dilatación o contracción, la retorta tendría que hacerse pedazos, quedando fuera de servicio; para esto se incorpora en la pasta fuertes cantidades de cemento.

Nada hemos dicho de la porosidad de las retortas, porque ésta carece de importancia en la destilación de la hulla; si al empezar la destilación se escapa alguna cantidad de gas por los poros de una retorta nueva, los vapores de los hidrocarburos que se desprenden al mismo tiempo, depositan en seguida carbono sobre estos poros tapizándolos y formándose una capa cada vez más gruesa y que hace pronto impermeable dicha retorta.

El moldeo de las retortas como, en general, el de las piezas de grandes dimensiones, suele hacerse a mano, pero también puede ser mecánico. Se emplea pasta semiconsistente, con moldes de madera untados de aceite y adicionando a la parte ya moldeada pequeñas porciones que el obrero arroja con fuerza en el sitio donde piensa soldarlas y apretándolas con los dedos o con una maza pequeña de madera mojada o cu-

bierta con un trapo húmedo para que no se pegue la pasta a él.

También se efectúa de esta manera el moldeado de la estuchería empleada en la cocción de algunos productos cerámicos.

El molde, cuando la pieza a moldear es de grandes dimensiones, está dividido en varias secciones que se van empalmando sucesivamente a medida que la obra avanza. El moldeo mecánico de las retortas se efectúa con una máquina hilera y una vez cortado el tubo a la medida, el fondo y la boca se aplican a mano.

### III.—Crisoles.

Los crisoles son recipientes generalmente dedicados a contener cuerpos a los que se quiere hacer experimentar una elevada temperatura; los crisoles se dividen según el uso a que se destinan en diferentes variedades, habiéndolos fabricados con solo materias arcillosas refractarias y con arcillas adicionadas de plomagina o cok.

Los más notables son los crisoles llamados de pomblagina, cuya pasta contiene grafito; son muy buenos, porque soportan muy altas temperaturas sin fundirse; no se rompen al fuego, y resisten la acción de muchas materias sin alterarse, pero resultan a precio muy elevado, por lo que se ha tratado de variar su composición reemplazando el grafito por el cok pulverizado.

Los crisoles producidos en España, en la provincia de Zamora, están formados por una arcilla amarillenta, casi del todo privada de hierro y cal, por cuya razón son muy refractarios; se elaboran al torno; pero tienen un aspecto que denota poco esmero en su confección y en la preparación de las pastas.

Los crisoles procedentes de Inglaterra, que se emplean generalmente en la fundición de metales, están formados por una pasta arcillosa, a la que se le ha incorporado como cemento cierta cantidad de polvo de cok, por lo cual tienen un color gris acerado; estos crisoles están contruídos por el sistema de moldeado, y sus pastas están preparadas con gran esmero.

Entre los crisoles puramente arcillosos, los hay impermeables, como los de porcelana, pero se rompen fácilmente al fuego; los hay también, y son los fabricados en mayor número, que son porosos y de pasta ordinaria, resistiendo perfectamente los cambios de temperatura, pero éstos se dejan penetrar por el aire, lo cual no importa mucho, pero tienen el inconveniente de dejarse penetrar también por todas las sales en fusión.

La pasta de los crisoles de tierra refractaria está compuesta, por lo regular, de una mezcla de arcilla cruda y cemento. Este cemento consiste, generalmente, en arcilla cocida al rojo y pulverizada, pero otras veces es cok pulverizado. En el primer caso la mezcla se hace habitualmente en las proporciones de una parte de arcilla calcinada por cada dos partes de arcilla cruda, operándose la mezcla en el molino o con los pies; y en el segundo caso la proporción es de dos partes de cok por cada tres de arcilla; pero ha de tenerse siempre como norma general que cuando se trata de crisoles pequeños el cemento ha de ponerse en muy pequeña cantidad o no se pone nada, según las condiciones de la arcilla empleada, y cuando se trata de piezas grandes se aumenta su proporción. El cemento tiene por objeto disminuir la contracción de la pasta e impedir que los

objetos elaborados se rajen durante la desecación y la cocción.

La arcilla tiene que ser muy refractaria y pura y debe pulverizarse hasta que pase por los tamices de los números 150 ó 200.

El moldeado se efectúa de la manera antes dicha

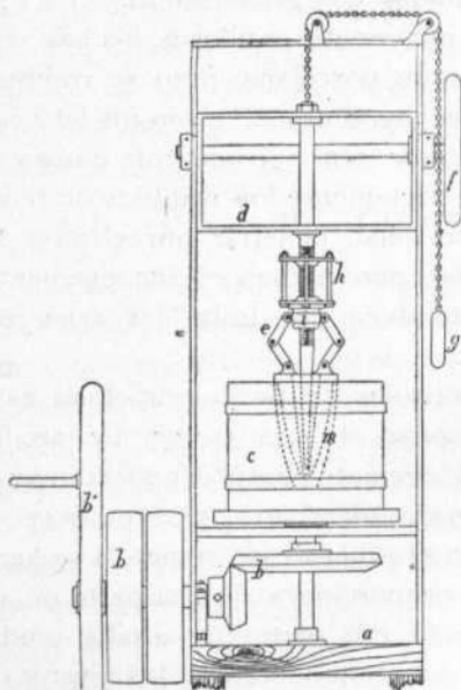


Figura 170.—Máquina para moldear crisoles.

para las retortas; pero cuando se trata de piezas pequeñas, se moldean en el torno de alfarero o con la máquina de esteque con mandrín giratorio y mejor todavía con el aparato siguiente (figuras 170 a 176).

Consta de un armazón *a*, en el interior del cual puede girar el molde o matriz *c*, por medio de las ruedas *b*. En el interior de dicha ma-

triz o molde se aloja una pieza *m*, que puede subir o bajar moviendo el marco móvil *d*, gobernado por el volante *f*. Esta pieza *m*, consta de dos partes, cada una de las cuales está sostenida por un juego de palancas.

Una vez obtenido el perfil del crisol y que la pasta está suficientemente apelmazada por la compresión efec-

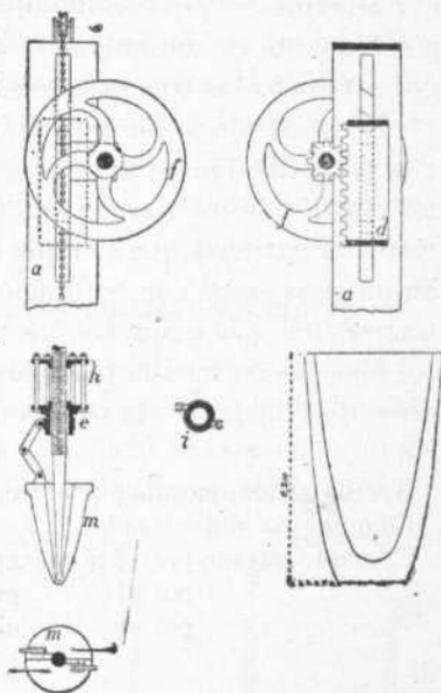
tuada por la pieza *m*, se levanta rápidamente el mandrín con la cadena *g*, y el crisol queda terminado.

Para que la pared interna del crisol resulte muy lisa, pues los crisoles de paredes internas ásperas suelen resistir menos a la erosión producida por las materias básicas, se le da una mano de lechada clara de la misma pasta empleada al moldearlo. Este engobe debe darse cuando el crisol ya ha adquirido consistencia, pero antes de que se seque para que adhiera bien.

Los crisoles de plombagina se fabrican con mezclas distintas, según el objeto a que se destinan. La plombagina mejor que se conoce es la procedente de la isla de Ceilán, pues aunque también las hay

que proceden de Hungría y de los Urales, son muy inferiores a aquélla. De ahí que la plombagina sea una materia que se cotice siempre muy cara en el mercado, y por ello es que se ha intentado muchas veces hacer mezclas con otras materias, pero ninguna ha dado los resultados que la plombagina.

Para preparar la pasta para moldear los crisoles se



Figuras 17 la 176.—Máquina para moldear crisoles.

trituran por separado, hasta reducirlas a polvo muy fino, la plombagina y la arcilla que con ella se mezcla. Esta última se moldea luego en forma de pequeños ladrillos que se cuecen a la temperatura de 1300 a 1350 grados. Después de esta cocción se trituran dichos ladrillos y se pulverizan; el polvo obtenido se tamiza sucesivamente por los tamices números 80, 100 y 120, almacenando por separado los tres grosores.

Respecto de la plombagina, antes de ser sometida a la pulverización debe ser cuidadosamente desmotada o limpiada de los terrones de calidad inferior y de las materias extrañas que siempre lleva. Esta limpia supone en muchos casos una trituración previa para reducir a fragmentos más pequeños los terrones grandes.

Una buena mezcla para preparar la pasta de esta clase de crisoles, es la siguiente:

Arcilla cruda, pasada por el tamiz núm. 1.	200 partes.
Plombagina pulverizada.....	500 »
Cemento pasado por el tamiz núm. 50...	100 »
» » por el » núm. 80...	100 »
» » por el » núm. 100...	100 »
	1,000

Para los crisoles de plombagina empleados en la fabricación del acero se recomiendan las mezclas siguientes:

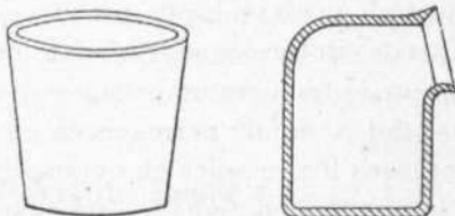
	Para fabricar aceros duros.	Para fabricar aceros dulces.
Arcilla.....	36	38
Plombagina.....	50	40
Cemento.....	10	22

pero a pesar de la fuerte proporción de plumbagina que contienen, casi nunca pueden hacer más de ocho o diez fusiones de acero, o de cincuenta a sesenta fusiones de bronce.

Todos estos crisoles están cocidos a baja temperatura, razón por la cual es preciso, antes de emplearlos en el objeto a que se destinan, darles una calda lenta, elevando gradualmente la temperatura para no comprometer el éxito de la primera operación en que se empleen, pues están expuestos a romperse cuando se someten a una brusca elevación de temperatura en su primer caldeo.

#### IV.—Crisoles para las fábricas de vidrio.

La forma de los crisoles empleados en la fabricación del vidrio varía según se empleen hornos calentados con leña o con hulla. Cuando se calientan con leña o con gas, suelen ser de la forma indicada en la figura 177, pero cuando se usan hornos calentados con hulla, han de emplearse crisoles cubiertos (figura 178), esto es, crisoles que en su parte superior



Figuras 177 y 178.—Crisoles empleados en la fabricación del vidrio.

tienen una bóveda redondeada con una abertura lateral que se aplica exactamente a las bocas del horno por donde se hace la extracción del vidrio fundido.

Estos crisoles suelen fabricarse en las mismas fábricas de vidrio con una mezcla de arcilla refractaria y de ladrillos refractarios pulverizados. El moldeo se verifica,

generalmente a mano, ya por adiciones sucesivas de pequeñas porciones de pasta, ya subiéndolos en espiral por adición de un cilindro de pasta, aplicando en uno y otro caso, presiones contra la nueva y la antigua pasta para que vayan soldándose y formen un todo perfectamente homogéneo. Estas presiones se dan con los mismos dedos, auxiliándose con mazas de madera y otros instrumentos, también de madera, adecuados.

Los crisoles van desecándose *lentamente* durante el moldeo, para lo cual cada obrero tiene varios en obra; esta desecación ha de verificarse, por consiguiente, fuera de la acción de la luz solar directa, y al resguardo de las corrientes de aire. El moldeo, y por lo tanto, esta desecación lenta, se verifica procurando que la temperatura del local esté alrededor de los 12 ó 15 grados; cuidando especialmente, el fondo del crisol por ser el sitio en que hay mayor espesor de pasta; así es que este fondo va golpeándose a menudo con un grueso pisón de madera, hasta que ya no deje huella al golpear la pasta. Entonces se trasladan los crisoles a otro local en que la temperatura está comprendida entre los 30 y 40 grados, donde permanecen cerca de un mes. Están entonces los crisoles en condiciones de ser sometidos a la cocción, empezando ésta cuando la temperatura del horno es sólo de 50 grados, terminando a la del rojo.

En la fabricación de cristales colados se emplean para el afino crisoles rectangulares (cubetas), de la forma representada en la figura 179, esto es, con una ranura en la cual se introducen las tenazas con que se cogen para sacarlos del horno.

La mezcla recomendada por Benrath para preparar la pasta, se compone de

Arcilla.....	4 partes
Cemento de arcilla.....	6 »
Polvo de crisoles rotos.....	3 »

la cual ha de ser convenientemente triturada para que pase por el tamiz de 80 a 90 mallas por centímetro cuadrado. El moldeo de estos crisoles puede hacerse con molde o sin molde.

Desde hace pocos años vienen también moldeándose estos crisoles por colada en el hueco dejado entre un molde y su contramolde, de una barbotina de consistencia conveniente. A las veinticuatro horas de efectuada la colada, ya puede sacarse el molde interior,

y a las 48 horas se desmonta el molde exterior. Al parecer, con este sistema se obtienen crisoles de mejor calidad, y además el mol-

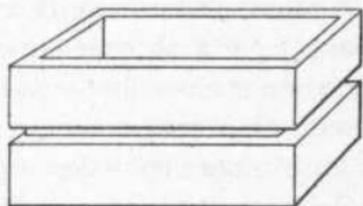


Figura 179.—Crisol-cubeta.

deo es muy rápido; los crisoles del tamaño a propósito para contener de 200 a 225 kilogramos de vidrio fundido, requieren sólo una hora, y a veces menos, para la colada.

## V.—Pipas de fumar.

Aunque la mayoría de los fumadores en España usan con frecuencia el cigarro puro o liado, hay en varias provincias un gran número de personas, que emplean la pipa para fumar, y está probado entre los aficionados que las pipas de tierra son las mejores; por lo tanto, la fabricación de estas pipas es una industria estable, que no puede menos de ir creciendo en importancia en determinadas localidades.

Las pipas se construyen con arcilla, y cuanto más pura sea ésta, mejores serán aquéllas. Las arcillas, de que nos hemos ocupado largamente en el tomo primero, están compuestas de sílice, alúmina y agua, formando hidrosilicatos de alúmina; la mezcla de cuerpos extraños modifica considerablemente las propiedades físicas y químicas de las arcillas, no siendo, por lo tanto, extraño, que existan grandes diferencias entre las pipas, según las cualidades y especie de las arcillas de que están formadas, pudiendo también, independientemente de la pureza de las arcillas, influir en las cualidades de las pipas; su forma: esta cuestión es difícil de estudiar para llegar a obtener pipas de las mejores condiciones, máxime cuando los fumadores no son todos del mismo modo de pensar respecto a ellas.

Consideradas bajo el punto de vista de la materia, sólo la arcilla es apreciada por los fumadores, que dan sobre toda la preferencia a la espuma de mar. Esta es un mineral, llamado también magnesita, que se encuentra en riñones en la serpentina, y está compuesto de silicato de magnesia combinada con el agua; es blanca, su densidad varía de 1,27 a 1,60, su fractura es térrea, untuosa al tacto, y toma con el frotamiento el brillo de la cera; pierde su agua por calcinación, y posee cierta ductilidad.

La espuma de mar viene de Turquía, y al estado fresco y aun húmeda es muy blanda, pudiéndose trabajar con tanta facilidad como la arcilla, cualidad que pierde cuando está seca; su escasez, y sobre todo su precio, han hecho buscar otras substancias para reemplazarla, habiéndose logrado con varias materias, y entre ellas con la arcilla, fabricándose en el día

pipas de varias clases, de cuya industria nos vamos a ocupar.

*Tierra.*—La tierra que se emplea ordinariamente en la fabricación de las pipas no debe contener substancias orgánicas, y se ha observado que cuanto más densa es la arcilla que se usa, mejores son los productos obtenidos por su solidez y buenas condiciones. En Francia, generalmente, se extrae la tierra empleada en esta fabricación de galerías y pozos situados a 8 ó 10 metros de profundidad, en donde se encuentran capas de arcilla blanca y pura, que produce excelentes resultados. En Inglaterra se emplea una tierra procedente de la isla de Purbeek, que se trabaja difícilmente y adquiere poca solidez en el moldeado, produciendo pipas muy expuestas a romperse y torcerse por la contracción de la pasta en la cocción, aparte del poco agradable aspecto que presentan por su rugosa superficie.

Si la belleza de los productos depende de la bondad de la tierra, la que emplean en Holanda es indudablemente la mejor. Las pipas de este país son magníficas; el tubo, sumamente largo, es tan delgado que admira; son estas pipas excelentes para el modo de fumar de los holandeses, gente flemática que sostiene su pipa al fumar de una manera pausada, sin remover el tabaco durante el tiempo que están fumando, el cual está cargado en ellas formando un gran copete; como el tabaco cargado de este modo arde al aire libre y no en el interior de la pipa, la bondad está con relación al gusto que adquiere el humo; tiene menos importancia en este país que en aquél en que el tabaco no pasa de los bordes del cubo; para las personas que fumen trabajando y moviéndose, estas pipas no convienen, como tampoco

las inglesas, y ni éstas ni aquéllas se culotan o queman bien.

Los fabricantes de pipas mezclan a veces las arcillas procedentes de distintos puntos. A más de las razones de economía, estas mezclas pueden tener sus razones de utilidad como en las demás industrias cerámicas, y con ensayos de mezclas de varias clases han llegado algunos fabricantes a disminuir los precios de sus productos, mejorando sus cualidades.

Como para todas las industrias cerámicas, hace falta para la de pipas un edificio cómodo para contener un almacén en el que se depositan las tierras, talleres para la preparación de tierras y moldeado de pipas, mesas, toneles, prensas, hornos, etc.

El personal se compone de batidores, moldeadores, horneros, peones, etc., y los instrumentos necesarios para la preparación de las tierras son: la azadilla para batirlas, cajas forradas de palastro para transportarlas, barras de hierro de sección triangular y estampillas, para abrirla y cortarla, paletas, martillos, cepillos, etc.

Se necesitan también moldes de cobre y agujas para taladrar los tubos de las pipas, estampillas para formar el hueco del horno, hojas de acero para cortar las rebabas del moldeado, y piedra pómez para pulimentar las pipas, que unos practican empleándola en polvo, y otros frotándolas con fragmentos de estas piedras de diversas formas para hacerlos penetrar entre los adornos.

*Taller de batido.*—Este taller necesitan un espacio cerrado y cubierto que tenga próximamente 25 metros cuadrados; en él deben estar tres cubas guarnecidas con aros de hierro que tengan 70 centímetros de diá-

metro por 55 de fondo; se colocan unas al lado de otras junto a la pared, sobre una hilada de maderos, y a su lado se coloca un andamio sólido de madera que tiene ordinariamente 2 metros de largo por medio metro de ancho, soportado por pies de madera unidos por traviesas; el suelo y los muros están forrados hasta cierta altura de tablas para impedir que la tierra en barro que salta no manche ni desprenda cuerpos extraños que puedan alterar la composición de las pastas.

*Almacenaje y recepción de tierras.*—El almacén que contiene las tierras está dispuesto de modo que se pueda establecer en él una corriente de aire cuando el tiempo está seco, y suprimirla cuando húmedo. El encargado recibe las tierras en este almacén, las escoge y las quita todas las partes extrañas y los cantos; la tierra separada se pone aparte para otros usos.

Cuando el almacén está empedrado o enlosado, la tierra se coloca sobre tablas, se tiene además el cuidado de forrar los muros de tablas que precaven la humedad y contribuyen a la desecación de las tierras, las cuales no deben tocar nunca a la arena ni a la cal.

Para lograr la más pronta desecación de las tierras se les añaden fragmentos y recortaduras de pipas rotas, que los operarios recogen con gran cuidado y limpieza; el encargado debe tener este departamento sumamente limpio, y no permitir a nadie la entrada sin que antes se haya limpiado el calzado.

*Preparación de las tierras.*—Se corta la tierra secada por medio de una azadilla y se pone a remojar en las cubas durante veinticuatro horas; después se la coloca sobre una mesa de 15 centímetros de gruesa en la que se bate por medio de una barra de hierro; esta opera-

ción es más o menos larga, según la calidad de la tierra, pero generalmente dos horas bastan para el batido de una tina de tierra. Cuando la tierra está bien batida, formando pasta, se puede trabajar formando con ella pipas comunes que no exijan otra preparación.

*Temple de las tierras.*—Las tierras no pueden ponerse en las tinas sino cuando están bien secas; cuando la tierra está bien empapada, el agua sale de la primera cuba, quedando aquélla formando un sedimento en el fondo; con este sedimento, que es la arcilla lavada, se forma en otra cuba un lecho de un decímetro de espesor, y se iguala bien la superficie, sobre la cual se extiende una capa de residuos rotos y recortaduras de otras pipas; después, con la paleta y una barra de hierro, se bate bien y se incorpora esta mezcla hasta obtener una masa homogénea, la cual se iguala bien, y sobre ella se aplica otra capa de tierra lavada y de residuos, como hemos hecho antes, repitiendo así el amasado y superposición de capas hasta mediar la tina, en cuyo momento llega a ser sumamente penosa la operación de incorporación y amasado de la pasta; la tierra así amasada se pasa a otra cuba en donde se van depositando sucesivamente las partidas de tierra que se van amasando; cuanto mejor se haya practicado esta operación, menos tiempo habrá que emplear en el batido sobre la mesa de que antes nos hemos ocupado.

La tierra, después de bien mezclada y batida, se pone en trozos, con los que el encargado del batido forma próximamente cubos que pueden pesar de 40 a 50 kilogramos, y se depositan en un banco, del cual lo toman los encargados del moldeado de las pipas; un oficial examina la tierra antes de autorizar su empleo.

Para ver si la tierra tiene las condiciones necesarias para proceder al moldeado y demás operaciones subsiguientes, corta uno o varios trozos de la masa con un hilo de latón, y si encuentra que el corte no ofrece más que un tono de color uniforme, es señal de que está suficientemente batida; pero si la coloración de este corte presenta jaspeado o diversos tonos en el color, debe volverse a batir hasta que estén suficientemente incorporadas las materias que producen estos jaspeados. Cuando la tierra presenta después de batida algunas partes en las que está más seca que en el resto de la masa, para conservar estas pastas en el mismo grado de humedad, el batidor llena su boca de agua y sopla fuertemente sobre ellas, produciendo este agua así aplicada el efecto de una lluvia fina o niebla, que es el nombre que recibe esta operación.

*Moldeado de las pipas.*—Convenientemente preparada la pasta, se forman con ella tortas que se amasan sobre una mesa; hecha esta operación, el arrollador va formando rollos, a los que se da aproximadamente la forma de pipas. Se considera que un operario es muy hábil cuando los rollos que forma no contienen más masa que la precisamente necesaria para llenar el molde; efectivamente, no sólo el molde debe estar lleno, sino que no debe tener rebabas después del moldeado.

Se reúnen estos rollos en montones de quince, que componen lo que se llama entre los obreros una docena, y se les coloca en tres capas en forma de pirámides, colocando en la primera seis, en la segunda cinco y en la tercera cuatro. Es necesario que la tierra esté bastante fuerte para que los rollos puedan ser manejados en todos sentidos sin romperse.

Cuando estos rollos tienen la suficiente consistencia, se separan de los montones piramidales para taladrarlos con la aguja.

Para esto el obrero toma entre sus dedos el rollo que debe formar el tubo de la pipa, y acompaña con ellos la punta de la aguja a medida que la hace adelantar dentro del rollo empujando el mango; es necesario un exquisito tacto para sentir a través de la tierra una pequeña esfera colocada al extremo de la aguja; ésta debe ser de la misma longitud que el molde; cuando la aguja ha recorrido la suficiente longitud, da a la extremidad del rollo la inclinación necesaria para que pueda entrar en el molde. Este se frota con aceite bien claro por medio de un pincel para evitar la adherencia, y está formado de dos piezas, cada una de las cuales representa la mitad de la pipa en hueco con los adornos que deba tener en relieve; estos moldes se obtienen con el cobre fundido, sobre modelos de tierra cocida.

El moldeador coloca en una de las partes del molde el rollo preparado como acabamos de indicar (figura 180) y aplica sobre él la otra parte; para que ambas ajusten perfectamente y no se muevan, se sujetan con fuertes tornillos de presión; de este modo se forma el tubo de la pipa, pero la cabeza sólo queda moldeada en su exterior; el interior, llamado hornillo de la pipa, se forma con una estampilla que se aplica en un hueco que se ha hecho oportunamente con el dedo, y luego se alisa y perfecciona con ella, que para ello está guarnecida de un trozo de cuero que le sirve de bruñidor.

Terminado el horno de la pipa, se empuja la aguja hasta su mango para establecer la comunicación del tubo con la cabeza y se la saca en seguida del molde

para terminarla. El moldeador quita las rebabas y alisa el tubo cortando las partes excedentes con una aguja de hierro o cobre; con la punta retira con cuidado los pequeños trozos de masa que la aguja ha empujado dentro del horno de la pipa.

Dispuestas las pipas de este modo, se colocan sobre una tabla para que vayan secando; cuando han adquirido la conveniente resistencia, se raspan las desigualdades con un cuchillo y se pulimentan con una herramienta redondeada de cobre o de asta; esta herramienta tiene en un lado una ranura que redondea la pipa y perfecciona las aristas de la boca del hornillo.

Las pipas, después de esta operación, vuelven a colocarse dentro del molde para enderezarlas, y de éste vuelven a la tabla en que estaban puestas a secar, hasta que se endurecen lo suficiente para resistir el último pulimento, la marca y el bordado.

El pulimento se obtiene frotando las pipas con dos guijarros conocidos con el nombre de piedra de torrentes, en los que se han tallado calibres del tamaño del tubo y cabeza de la pipa.

La marca de la fábrica se imprime sobre el tubo por medio de estampillas metálicas, cuando éste no está del todo seco; el bordado se obtiene pasando una hoja de sierra por el borde del hornillo de la pipa.

Cuando el molde lleva consigo el relieve de los adornos, el operario los retoca con un punzón de hierro



Figura 180.  
Moldeo de las pipas

y quita así los defectos y rebabas. Un hábil moldeador puede hacer más de 2.500 pipas por semana, y un hectolitro y medio de tierra puede producir de 3.500 a 4.000 pipas.

*Hornos.*—Para la cocción de las pipas hay grandes y pequeños hornos; el pequeño, llamado horno de cocer pipas, forma por su parte exterior una especie de torreón levantado sobre una base de 90 centímetros de diámetro por un metro de altura; los muros tienen 20 centímetros de espesor y forman interiormente un octógono, y el diámetro del laboratorio o plaza tiene 43 centímetros.

En la parte inferior de este horno hay un hogar en el que se quema leña; las pipas se colocan sobre este hogar dentro de una cámara o caja, en la que van unos candeleros que sirven para sostenerlas; la chimenea y muros exteriores del horno están construídas con las dimensiones antes dichas, empleando ladrillos refractarios y mortero de tierra de hornos.

La figura 181 representa una sección de esta clase de hornos empleados ordinariamente en Inglaterra, usando la hulla como combustible en ella; A, representa el hogar; B, el interior del horno; C, la caja, en la que se colocan las pipas apoyadas en los candeleros H; D, el tubo de la chimenea, que es preciso deshacer en cada descarga para levantar la caperuza F que envuelve la caja, y E E son puertas de registro que se cierran durante la cocción.

El gran horno es cuadrado y algo semejante a los hornos de teja y ladrillo; su construcción difiere poco de la del pequeño; el hogar está colocado delante del laboratorio. La construcción interior varía en que en este

horno no hay camisa o envolvente; las pipas se colocan, como se ve en la figura 182, en cajas A A iguales a las empleadas en los pequeños hornos, las cuales ponen a cubierto las pipas del humo del hogar.

La ventaja de este horno está en que, siendo más sólido, dura más tiempo con pocas reparaciones, y no hay necesidad, como en el pequeño, de deshacer parte de él en cada hornada; independientemente de estos motivos contiene mayor número de pipas en cada hornada.

Las pipas, ya se use el pequeño o grande horno, se cargan del mismo modo en las cajas, colocando los candeleros de arcilla y apoyando en ellos los tubos de ellas, descansando en el fondo las cabezas;

en algunas partes, cuando las cajas están llenas de pipas, se vierte dentro de ellas polvo de tierra cocida; este polvo, introduciéndose en los vacíos que dejan las pipas entre sí, las sostiene e impide su deformación.

Cuando ya están cocidas se apaga el hogar y se cierra, no procediendo a la descarga, como se ha hecho en los demás casos, sino cuando el horno está frío, con ob-

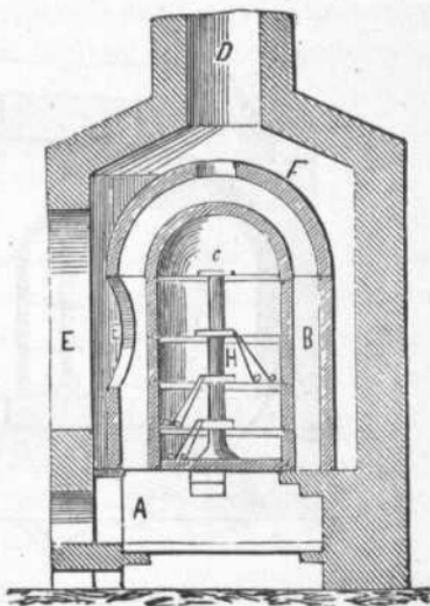


Figura 181.—Horno para la cocción de las pipas.

jeto de evitar cambios bruscos de temperatura que producen roturas.

*Condiciones de las pipas.*—Las pipas deben ser rectas, de tierra bien blanca, finas y lustrosas, y la cabeza debe tener una forma regular, bien sonoras, y sin que el tubo esté interceptado, para poder dejar pasar libremente el humo.

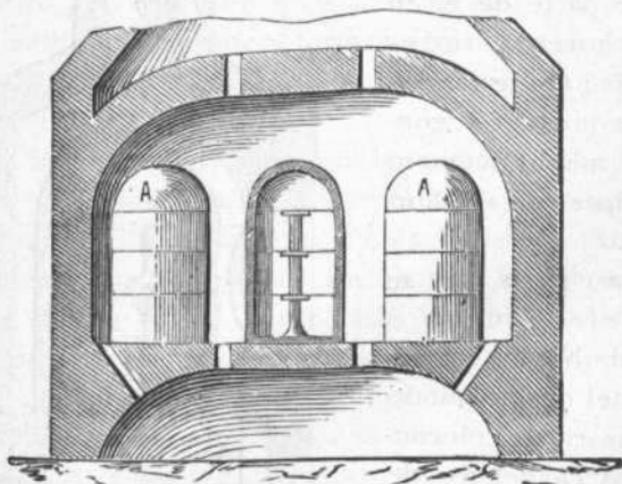


Figura 182 —Horno grande para la cocción de pipas

Para que las pipas comunes no se adhieran a los labios, se las saca de las cajas cuando están casi frías, y se sumergen en una lechada que se hace con tierra diluída en mucha agua; esta tierra, que está sin cocer, y que se deja secar depositada sobre las pipas, aumenta su blancura y forma una especie de barniz cuando se las pulimenta con un trozo de franela o paño.

Hay un barniz más puro que éste, compuesto de las partes siguientes:

Jabón.....	125 gramos.
Cera blanca.....	625 —
Goma arábica.....	31 —

Se hace hervir todo junto durante tres o cuatro horas, teniendo cuidado de agitar la mezcla con una escobilla, con objeto de que la cera que no se disuelve en esta mezcla, se divida finamente en la masa y no se acumule en la superficie del líquido; algunos prefieren la cola a la goma arábica.

#### PIPAS DE FANTASÍA

Se suelen hacer pipas esmaltadas de varias formas, aplicando baños y colores diferentes sobre moldeados más o menos caprichosos, constituyendo de este modo variedades de pipas, por cierto muy poco usadas por lo incómodas y mal sanas; citamos estas variedades, que, por lo demás, se elaboran por los procedimientos indicados en la fabricación de lozas finas, de las que estos objetos forman parte.

Los alemanes fuman en pipas de porcelana, que encuentran muy agradables. Estas pipas no convienen en los países meridionales ni al tabaco que en ellos se emplea; aquellos se sirven de tabaco grueso, que exige grandes pipas; fuman suavemente y con gravedad, lo cual hace que la pipa no se caldee mucho; en nuestro país, en donde se fuma de prisa, pensando acaso en otras cosas, la pipa, que es necesario sostener con la mano, es incómoda y molesta.

En Francia se han usado hace algunos años pequeñas pipas de porcelana ligeramente coloreadas, que se

montaban sobre tubos de hueso de ganso, que tuvieron alguna aceptación, y hubieran seguido usándose, si su fabricación no hubiera sido tan ordinaria.

## VI.—Carborundio.

El carborundio es una substancia relativamente nueva, pues se obtuvo por primera vez por Acheson en 1892, mediante el calentamiento de 4 partes de arena, 4 de carbón y una de sal. Es un siliciuro de carbono tan duro que su dureza esta más cerca del núm. 10 que del 9 de la escala de Mohs; con él puede pulirse hasta el diamante. Su peso específico es 3,12 y está formado por cristales exagonales, brillantes, negros o verdinegros. Es infusible, el azufre no le ataca ni a la temperatura de 1000 grados y la acción del cloro solo empieza a los 600. La mezcla de potasa cáustica (o sosa) y nitrato potásico lo desagrega y también es atacado por el hierro y acero en fusión.

La composición del carborundio es la siguiente:

	Carborundio Industrial.	Carborundio teórico
Silicio.....	69,10	70
Carbono.....	30,2	30
Oxido férrico y alumínico...	0,49	—
Oxido cálcico.....	0,15	—
	<hr/> 99,94	<hr/> 100

Dado el precio tan elevado a que se cotiza el carborundio en el mercado, se ha pensado en fabricar piezas de refractario con revestimiento de carborundio solo en las caras que deban sufrir la acción directa de las temperaturas elevadas. Este revestimiento se obtie-

ne no por aplicación de un engobe sino con placas sujetas fuertemente a la masa de arcilla.

Para obtener estos materiales mixtos, puede seguirse el siguiente procedimiento: Se fabrican placas de carborundio con nervios en una de sus caras; estas placas se ponen en el fondo del molde en que se va a moldear la porción de refractario, y de manera que los citados nervios queden encima; se acaba de llenar el molde con la pasta refractaria y se prensa para dar a la pieza la forma y compacidad que deba tener.

Al parecer, la unión entre el carborundio y el refractario, es así, muy duradera.



## CAPÍTULO III

### FAYENZAS

#### I.—Alfarería común o cacharrería.

Los cacharros de tierra cocida barnizada que sirven a las clases menos acomodadas para la cocción de los alimentos y para diversos usos domésticos, representan en varios puntos de España una industria considerable, aunque su fabricación haya disminuído de un modo notable a medida que se ha generalizado el uso de la loza común. Estos objetos tienen muy bajo precio, son pesados, y, por lo tanto, de un transporte costoso, por lo que no se prestan al movimiento comercial.

Estos productos no tienen más ventaja que su baratura; y aunque soportan bastante bien los cambios de temperatura, tienen el inconveniente de no presentar al uso más que utensilios ordinarios, de color obscuro, cuyo baño se agrieta con facilidad y se ensucia prontamente.

#### FABRICACIÓN

Para obtener la tierra en condiciones para la elaboración de la cacharrería, se pone en montones dentro de cuevas, donde permanece algún tiempo para que se pudra, de modo que las arcillas cavadas en el otoño permanezcan todo el invierno en la cueva, resultando tanto más preparadas cuanto más tiempo han permanecido allí guardadas; en algunos sitios dejan la tierra

al aire y la remueven de tiempo en tiempo, con lo que adquiere más ductilidad.

Según la profundidad del terreno donde se extrae la tierra para esta fabricación, es parda, más o menos blanquecina, debiéndose preferir las que no contengan demasiado carbonato de cal y estén libres de granos resistentes (creta y pirita de hierro), en cuyo caso deben someterse a un escogido para apartar estos últimos, aunque siempre calculando si el precio a que se venden estos productos compensa el gasto ocasionado por dicho escogido.

De todas maneras, sino queda otro recurso, es preferible hacer la citada eliminación de la cal, sobre todo si hay exceso de ella en la arcilla, pues si hay exceso de cal los cacharros obtenidos resisten mal los cambios bruscos de temperatura, saltando en muchos cachos. Por otra parte, como la temperatura de cocción de la cacharrería ordinaria es poco intensa para que llegue a combinarse la cal con la sílice y transformarse en silicato, resulta que la pasta queda porosa y conteniendo cal viva procedente de la descomposición de la caliza que había en la arcilla, y esta cal, al absorber la humedad del aire, aumenta de volumen, se convierte en polvo y ocasiona la destrucción del cacharro. En cambio la presencia de caliza en las pastas favorece la adherencia del barniz.

Cuando la tierra es demasiado plástica para emplearla sola, es necesario mezclarla con arena fina, para lo cual se extiende en capas delgadas, sobre las que se pone la cantidad necesaria de dicha arena, amasándola después con los pies y volviéndola en todos sentidos, hasta que la incorporación sea bien homogénea.

A continuación ponemos la composición de varios tipos de tierras propias para alfarería común:

	Arcilla de Kröninger (Baviera).	Arcilla de Arcueil. (París).	Arcilla de Tillendort (Silesia).
Silice ( $\text{SiO}_2$ ).....	57,70	62,40	63,19
Alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).....	27,12	22,00	21,60
Óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )....	6,08	3,09	5,69
Cal ( $\text{CaO}$ ).....	5,60	1,68	0,34
Magnesia ( $\text{MgO}$ ).....	0,20	Indicios.	0,74
Alcalis.....	0,18	Indicios.	2,25
Pérdida al rojo,.....	0,02	11,01	6,39

La manipulación consiste ordinariamente en un torneado semejante al bosquejo de que nos hemos ocupado en el capítulo correspondiente, afinándole con la espátula, pero sin modelos, y rara vez se procede por el sistema de moldeados a la confección de estos objetos. Las piezas ovaladas obtienen esta forma después de torneadas por la presión de las manos del operario sobre la pasta aún tierna que no se rompe al aplastarse; el buen golpe de vista y la costumbre son los únicos guías que tiene el oficial que practica esta operación.

Los botones de las tapaderas se obtienen al torear éstas, acumulando un poco de masa en su centro, que se prolonga entre los dedos, dándoles la forma conveniente.

Las orejas se hacen con un pequeño trozo de masa aplicada en el sitio oportuno, y la presión de los dedos marca las cavidades que les da la forma.

Las asas se hacen con una tira de masa arrollada y aplastada sobre la mesa, dándolas la forma conveniente,

y pegándolas después con un poco de barbotina; los pucheros, cazuelas, ollas, cántaros, etc., se obtienen por estos procedimientos.

#### BARNICES

Los barnices empleados en cubrir las tierras cocidas suelen ser generalmente transparentes (silicato de plomo) y en ocasiones de color pardo, variando a veces en amarillo y verde, coloraciones que resultan de la introducción de cierta cantidad de óxidos metálicos en la cubierta.

Estos barnices han de ser fácilmente fusibles porque la cacharrería se cuece a un fuego moderado.

La aplicación de las cubiertas o baños plumizos es sumamente sencilla: unas veces se practica espolvoreando los objetos aún húmedos con galena o alcohol de alfarero reducido a polvo fino, el cual se adhiere sobre la superficie de las piezas; otras veces, cuando aquellas ya están secas, se bañan en una papilla muy clara, compuesta de partes iguales de galena y arcilla bien molidas, en la que se sumergen por un instante los objetos, quedando cubiertos de una ligera capa de esta mezcla. En ambos casos, puestos éstos a la cocción por la acción del calor, el sulfuro de plomo se quema, marchándose el azufre al estado de gas sulfuroso, y formándose óxido de plomo, que se combina con los elementos de la pasta, dando por resultado un silicato múltiple de alúmina, cal, hierro, etc., bastante fusible a causa del óxido de plomo para extenderse sobre el objeto y quitar a la pasta el inconveniente de su porosidad.

Cuando se emplea galena pura es necesario introducir en la pasta suficiente sílice en forma de arena, para que el silicato de plomo pueda formarse con facilidad: en la fabricación de algunos objetos se reemplaza la galena por el litargirio o el minio, que, bajo la influencia del calor, forman con más facilidad silicatos metálicos fusibles a expensas de la sílice de las pastas.

Cuando la capa de minio no es ni muy gruesa ni demasiado delgada, no suelen resultar defectos en el barniz; sin embargo, hay pastas sobre las que no dan buenos resultados los barnices plomizos; ya hemos explicado la causa, que es la falta de sílice, y el modo de evitar este inconveniente.

Cuando las tierras no reciben bien el barniz plomizo, puede confeccionarse uno de excelentes condiciones mezclando:

Minio o litargirio.....	70
Arcilla plástica.....	16
Arena fina.....	14

Esta mezcla se tritura en un molino de mano, y se aplica por inmersión de los objetos en una papilla clara formada con ella.

La cantidad de óxido de plomo que contiene este barniz y la coloración natural de las pastas, generalmente muy ferruginosas, se opone a que este barniz sea blanco, ofreciendo generalmente el aspecto de un baño amarillo más o menos vivo.

Cuando se quieren obtener cubiertas verdes, pardas o amarillas se usan las mezclas siguientes:

## VERDE

	I	II
Minio .....	66	65
Arcilla plástica .....	15	16
Arena .....	15	16
Óxido de cobre .....	4	—
Batidura de cobre .....	—	3

## PARDO

	I	II
Minio .....	70	64
Arcilla plástica .....	13	15
Arena .....	13	15
Bióxido de manganeso natural rico .....	14	6

## AMARILLO

Minio .....	70
Arcilla plástica .....	16
Arena .....	14

Estas substancias se mezclan y se muelen como hemos dicho antes; el molino de mano está formado por muelas horizontales de gres, movida por un hombre a beneficio de un mango vertical colocado en una punta de la circunferencia de la piedra superior.

En Alemania se fabrica una cacharrería ordinaria de muy buena calidad y con barniz exento de plomo. Al parecer la pasta se compone de arcilla plástica refractaria mezclada con un tercio de su peso de arena fusible. A esta pasta se aplicaría interiormente un engobe de

Porcelana pulverizada .....	75
Arcilla .....	200
Feldespató .....	100

y un barniz de

Arena fusible.....	75
Feldespató.....	55
Porcelana pulverizada.....	45
Creta.....	45
Kaolín.....	25

y en el exterior se cubre con un barniz compuesto de

Arcilla ferruginosa.....	25
Ocre.....	5
Carbonato potásico.....	2

La cocción se efectúa en estuche con atmósfera reductriz, esto es, cerrando el horno. Por enfriamiento lento toman color pardo.

*Peligros del barniz de plomo.*—El barniz de plomo, aplicado a la cacharrería, ofrece cierto peligro de provocar intoxicaciones. Cuando dicho barniz está preparado con las proporciones convenientes para que el óxido de plomo se combine por completo con la sílice y la arcilla, el vidrio de plomo producido es insoluble en los ácidos orgánicos que ordinariamente se emplean en la economía doméstica; pero si hubiese exceso de óxido de plomo, éste quedaría sin combinar con los dos citados elementos, resultando que este exceso de plomo se puede disolver en vinagre hirviendo, con grave peligro de producir intoxicaciones.

Estas intoxicaciones, sin embargo, pasan generalmente desapercibidas, pues dada la pequeña cantidad de sustancia tóxica ingerida cada vez, se reducen a ligeros desarreglos gástricos o intestinales, a constipaciones, neuralgias, vértigos, etc., atribuidos por lo común a causas muy distintas de la verdadera. Estas intoxicaciones son tanto más de temer cuanto menor haya sido la temperatura a que se haya efectuado la cocción de la citada cacharrería.

Constantín indicó un barniz que resultaría completamente inofensivo.

Vidrio soluble de sodio..	100 partes.
Minio .....	25 »
Sílice en polvo.....	10 »

Estas sustancias se mezclan íntimamente y se aplican con un pincel después que la cacharrería ha sufrido una primera cocción. Parece sin embargo que éstas y otras fórmulas también recomendadas por Constantín, no han dado resultados suficientemente aceptables, por lo que no han llegado adoptarse en ninguna fábrica de productos cerámicos.

También se han ideado barnices exentos de plomo, por ejemplo, un vidrio soluble o bien una mezcla de éste con borato cálcico.

También son dignos de recomendación los barnices de alúmina.

#### COCCIÓN

Cuando los objetos reciben el barniz en crudo, la cocción es sencilla; cuando el baño se aplica por inmersión o riego sobre los objetos ya cocidos, la cocción tiene por necesidad que ser doble; esto sucede particularmente cuando se emplean baños de gran fusibilidad aplicados sobre bizcochos que deben sufrir una cocción determinada. Sucede también que la primera cocción suele tener simplemente por objeto transformar la tierra en una sustancia porosa que no se deshaga en el agua, y después la pasta y barniz cuecen juntos a la misma temperatura; esta temperatura de cocción varía del rojo obscuro al rojo blanco.

En la cocción hay el pequeño fuego llamado temple, que dura doce horas, y se hace con leña, y el gran fuego que dura veinte, y se hace con un combustible que, como la leña menudamente partida, sea capaz de producir mucha llama.

Estos productos se cargan, como hemos dicho en el capítulo de hornos, sin encajonado, en capilla, sin tener en cuenta el barniz que unas piezas pueden pegar a las otras; solamente se tiene cuidado de no permitir que se toquen sino por puntos los menos posibles y los más disimulados; es necesario también que las piezas más pesadas y sólidas estén colocadas en la parte baja del horno, con objeto de que reciban la mayor temperatura, al paso que se evita en lo posible la deformación que experimentarían las piezas menos fuertes por el peso que les harían soportar las colocadas encima.

En el capítulo antes citado hemos dado la descripción de un horno para leña o hulla, a propósito para la cocción de estos objetos y hemos hablado también de su carga; la figura 99 del tomo primero, presenta una sección de dicho horno.

Se ha visto que el laboratorio está separado del hogar por una bóveda llena de agujeros con objeto de repartir uniformemente la llama sobre las piezas en cocción, y que el calor marcha por una chimenea común, saliendo por otros conductos de una bóveda superior.

El horno más generalmente empleado, tiene dos plazas o laboratorio superpuesto (figura 178), como los empleados en la fabricación de la porcelana, su altura desde el suelo del laboratorio inferior hasta la bóveda del superior es de 5 metros; el lado del cuadrado que

forma la plaza es de 2,30 metros, el hogar tiene 1,20 metros de altura.

Las piezas barnizadas se colocan en el laboratorio inferior, que tiene 2,30 metros de altura; los bizcocho se colocan en el piso superior que tiene dos metros.

#### OBJETOS DE LUISIANIA

En Luisiania son las mujeres las que trabajan y cuecen los objetos de barro cocido y hacen sin el concurso del torno todas las vasijas necesarias para la cocción y la mesa. Para formar un plato o una fuente toman una tira de masa, y con uno de sus extremos, fijo con el pulgar de la mano izquierda, establecen el centro del objeto arrollando la tira alrededor de él con una destreza notable, describiendo una línea espiral y formando de este modo la pieza que se han propuesto.

De tiempo en tiempo humedecen sus dedos en agua, y con la mano derecha alisan el exterior y el interior a medida que van dando forma al objeto. Cuando las piezas están secas a la sombra las hacen cocer; para esto hacen una gran hoguera, y cuando hay una brasa suficiente para el número de objetos que tienen, los colocan dentro y rodeados de esta brasa, y de este modo dan a sus piezas la consistencia necesaria para su uso, las cuales tienen tanta duración como las que se obtienen por los procedimientos explicados anteriormente.



Figura 178.—Horno para la cocción de loza común.

No se puede atribuir estos resultados más que al polvo fino de conchas y mariscos, mezclado con la tierra, que es el modo que tienen de preparar allí las pastas.

Estas conchas se muelen y reducen a polvo pasado por tamices muy finos y se mezclan a las arcillas convenientes para la formación de pasta cerámica, agregando el agua necesaria.

Se concibe que siendo las conchas una sal de cal, tiende a producir la fusión de la tierra y la reblandece, no jugando más que el papel de fundente y formando un ligero barniz en la superficie de los objetos.

De este modo se explica que con la temperatura desarrollada con las brasas que se emplean para la cocción, la cual no puede ser muy elevada, se obtengan piezas que presenten la necesaria dureza para emplearse en el uso diario doméstico.

## II. — Lozas comunes o esmaltadas.

La época conocida de la fabricación de loza en Europa es moderna, si bien los persas y árabes parece la conocieron antes: créese que obreros españoles que recibieron su enseñanza de los árabes durante su dominación en la Península, fueron los que extendieron por Italia esta manufactura.

Las lozas comunes tienen una pasta blancuzca o coloreada, tierna, es decir, rayable por el hierro, una textura floja y una fractura terrosa; reciben generalmente una cubierta que goza de opacidad a causa del óxido de estaño que contiene, y a veces está coloreada con diferentes óxidos metálicos, con lo que se disimulan los defectos de su pasta.

Las lozas de que vamos a ocuparnos, constituyen un género que abraza toda clase de tierras cocidas revestidas de un esmalte estanífero opaco, con ellas pueden hacerse dos agrupamientos principales:

- 1.º Lozas para ser usadas en frío.
- 2.º Lozas resistentes al fuego.

Las lozas obtenidas con posterioridad a las fabricadas por Palissy estaban llenas de grietas, que con el tiempo cada vez eran más numerosas, y no se hacían generalmente más que objetos destinados a estar expuestos al fuego, azulejos de revestimiento de cocinas y estufas.

Luego se trató de estudiar el modo de obtener productos perfeccionados que no presentasen el agrietado que tan mal efecto causaba en todos los objetos de este género, sobre todo en las chimeneas, que se hizo moda cubrir con grandes planchas o azulejos de loza en sustitución del hierro y latón, y gracias a los trabajos de Brongniart, Barral y otros, se han llegado a obtener adornos del mejor gusto y belleza, así como piezas de todas clases limpias de grietas, sobre las cuales pueden aplicarse hasta los colores de porcelana.

La pasta de la loza esmaltada se compone de arcilla plástica, que la mayor parte de las veces es muy ferruginosa, y por consiguiente por la cocción da productos muy subidos de color, de marga arcillosa y de arena. Las proporciones de estas substancias varían según las diversas comarcas, porque estos cuerpos no guardan en todas partes idéntica composición; las proporciones varían también, según la clase de objetos que se quieran obtener.

He aquí tres mezclas distintas citadas por Granger:

	Francesa.	Húngara.	Westfa- liense.
Sílice ( $\text{SiO}_2$ ).....	50,23	55,64	41,37
Alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).....	25,00	19,13	16,42
Óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).....	6,80	6,74	5,22
Cal ( $\text{CaO}$ ).....	6,00	3,75	13,60
Magnesia ( $\text{MgO}$ ).....	—	2,79	4,64
Potasa ( $\text{K}_2\text{O}$ ).....	—	2,78	1,48
Sosa ( $\text{Na}_2\text{O}$ ).....	{		
Agua.....	11,41	6,70	6,15
Ácido carbónico ( $\text{CO}_2$ ).....	4,80	2,59	11,32

Ya nos hemos ocupado en los correspondientes capítulos de las operaciones a que deben someterse las materias primeras; por lo tanto, en esta parte de nuestro trabajo nos limitaremos a indicar sumariamente la práctica generalmente seguida en la preparación de los materiales para la obtención de lozas comunes.

La arcilla, marga y arena, convenientemente trituradas, se ponen en una tina en la proporción necesaria; en esta tina se les agrega agua con objeto de que los cuerpos pesados se depositen, separándolos por decantación y tamizando la pasta para obtenerla bien igual y homogénea, después de lo cual se la deja en unos fosos bien anchos por algún tiempo sufriendo la acción atmosférica, amontonándola después contra un muro para que adquiera mayor consistencia.

Cuando la pasta tiene la tenacidad suficiente se procede a un laboreo, que se practica batiendo y amasando bien la pasta con los pies de los operarios o en la tina de amasar.

Estas tinas amasadoras (figura 184) tienen 0,80-

metros de diámetro y 2 metros de altura; están atravesadas de alto a bajo por un eje vertical que gira por el esfuerzo de una caballería o con el simple auxilio de un hombre. Dicho eje está provisto de hojas que cortan y

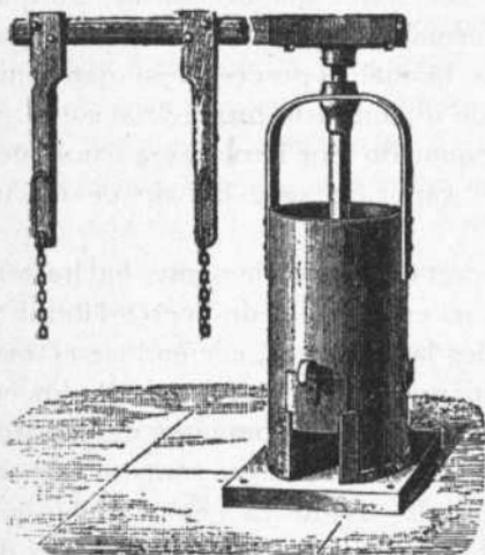


Figura 184.—Tina amasadora, movida por una caballería.

remueven la pasta colocada en su interior.

Cuando la tierra está suficientemente amasada y privada de piedras se forman bolas de un tamaño calculado según el volumen de los objetos que se quieran construir; algunas veces los objetos son sólo bosque-

jados con algún cuidado, pero en general las piezas después que han sufrido una desecación para darles consistencia, se someten al retorneado; ambas operaciones se practican en el torno, haciéndose en moldes de yeso las guarniciones y las piezas que no son redondas.

Se logra que las piezas moldeadas lleguen al indicado estado de desecación, colocándolas sobre estantes en salones por los que pasan tubos que conducen gases procedentes de los hornos de cocción. Una vez retorneadas se llevan a desecar definitivamente y después se someten a la cocción.

La cocción es doble: primero se obtiene el bizcocho, practicándola a una temperatura del rojo claro; se procede después al esmaltado de las piezas y se vuelven a cocer a una temperatura algo superior a la que antecede. Estas dos cocciones son necesarias, porque es difícil aplicar el esmalte en crudo a causa del agua contenida en la pasta, la cual es preciso desalojar completamente, porque de lo contrario produciría sobre el esmalte el defecto conocido por hervores a causa del desprendimiento del vapor de agua debajo de la cubierta.

La cocción se practica ordinariamente en hornos cuadrados terminados en bóveda, de puerta lateral y hogar inferior; con dos laboratorios, cociéndose el bizcocho en la parte superior, y los objetos esmaltados en la inferior. El bizcocho de la loza común es muy poroso, por cuya razón se le recubre de un esmalte espeso; pero según sea el esmalte usado ya hemos dicho que se presenta el grave inconveniente de que en vez de formar una capa adherida al bizcocho y continua, se agrieta y salta; entonces las substancias grasas, introduciéndose en las hendeduras, penetran en el bizcocho y hacen tomar al utensilio mal olor, adquiriendo al propio tiempo un desagradable aspecto a la vista, porque las grietas, al principio casi invisibles, se van poniendo negras y muy aparentes.

Cuando se quiere obtener la loza que no tiene que estar expuesta al fuego, llamada loza blanca, nada es tan fácil como evitar las grietas; sólo es necesario hacer que la pasta contenga una cantidad de cal suficiente para aumentar la fusibilidad de la arcilla; entonces no se forman grietas, pues cuando se le recubre de esmalte, éste

adhiérese a la pasta con más facilidad, porque las fusibilidades de ambos cuerpos, o sea del bizcocho y del esmalte, están más relacionadas. Esto no sucede del mismo modo cuando se trata de obtener loza parda, que debe someterse a la exposición constante del fuego; pretenden algunos, y entre ellos Bastenaire-Daudenart, que basta disminuir la proporción de cal empleada en la loza blanca para que los objetos puedan soportar la acción del fuego y conservarse sin grietas, y añade que las mezclas de arcillas y margas convenientes para la fabricación de la loza blanca y parda, deben contener sílice, alúmina y carbonato de cal en las siguientes proporciones:

	<u>Loza blanca.</u>	<u>Loza parda.</u>
Alúmina ferruginosa.....	35	38
Sílice .....	58	57
Carbonato de cal.....	7	5
	<hr/> 100	<hr/> 100

Debe dudarse de la eficacia de estas proporciones, que no están confirmadas ni por las experiencias ni por los análisis. Todo lo que hay de cierto es que, a medida que se aumentá la cantidad de cal en la pasta de loza, se hace a ésta más frágil; para obtener una loza que soporte bien el fuego, es preciso llegar a suprimir la cal, o al menos a emplear las menores proporciones de ella, pero con la exposición entonces a la producción de grietas. Damos a continuación el análisis de varias lozas privadas de su esmalte; las once primeras han sido analizadas en el laboratorio de Sèvres, y las tres restantes por Barral:

## COMPOSICIÓN DE LA PASTA DE LA LOZA ESMALTADA

NOMBRE DE LA LOZA	Silice . .	Alúmina.	Cal. . . .	Magnesia	Hierro. .	Ácido carbónico. .	OBSERVACIONES
1.—Loza italiana de Luca de la Robia. . . . .	49,65	15,50	22,40	0,17	3,70	8,58	Produce viva efervescencia con los ácidos.
2.—Loza mayólica. . . . .	48,00	17,50	20,12	1,17	3,75	9,46	Produce efervescencia, es fusible en masa verde amarillenta.
3.—Loza de Palissy. . . . .	67,50	28,51	1,52	0,00	2,05	0,42	No produce efervescencia y es infusible.
4.—Loza española antigua. . . . .	46,04	18,45	17,64	0,87	3,04	13,96	Produce efervescencia y funde en esmalte verde amarillento.
5.—Loza española de Valencia, moderna. . . . .	51,55	20,52	13,64	1,24	2,63	10,42	Produce efervescencia y funde como la anterior.
6.—Loza de Manises, cerca de Valencia. . . . .	54,71	18,80	19,69	Indicios	2,20	4,60	Esta loza estaba cubierta de lustre Burgos.
7.—Loza de Delft. . . . .	49,07	16,19	18,01	0,82	2,82	13,09	Produce efervescencia y funde en vidrio verde botella traslucido.

NOMBRE DE LA LOZA	Silice .	Alúmina.	Cal. . . .	Magnesia	Hierro. .	Ácido carbónico. .	OBSERVACIONES
8.—Loza persa.....	48,54	12,05	19,25	0,30	3,14	16,72	Produce efervescencia y funde en vidrio homogéneo transparente, cristalizado en los bordes.
9.—Loza de Nevers....	56,49	19,92	14,96	0,71	2,12	6,50	Produce efervescencia y funde en vidrio blanco transparente y homogéneo.
10.—Loza de Rouen....	47,96	15,02	20,24	0,44	4,07	12,27	Produce efervescencia y se funde en verde botella traslúcido.
11.—Loza de París.....	61,50	12,99	16,24	0,15	3,01	6,10	Produce efervescencia y funde en vidrio pardo con bordes y manchas amarillas cristalizadas.
12.—Loza de estufas (agrietada).....	74,90	22,10	1,60	0,50	0,70	6,20	No produce efervescencia y es infusible.
13.—Loza de estufas que no se agrieta.....	56,30	26,60	14,70	Indicios	1,10	1,10	Produce efervescencia y funde como el núm. 11.
14.—Otra loza de estufas que no se agrieta.....	55,40	29,20	13,20	Indicios	1,30	1,30	Produce efervescencia y funde como el núm. 11.

Si recordamos lo dicho en el capítulo primero de la presente obra, que la loza de Bernardo Palissy estaba recubierta de un gran número de grietas, se ve, según los análisis del núm. 12 del cuadro anterior, que hay una gran analogía de aspecto y composición entre dicha loza antigua y la loza con la que en el día tienen costumbre los industriales de fabricar las estufas. Se ve también que la presencia de la cal en la pasta hace desaparecer las grietas, por lo menos cuando el bizcocho ha sido demasiado cocido, porque a veces estas grietas proceden únicamente de una falta de cocción, y se presentan aún en las lozas llamadas inagrietables.

No es sólo la cal el cuerpo que goza exclusivamente la propiedad de impedir el agrietado de las pastas de loza: si el principio antes sentado es cierto, si haciendo la pasta más fusible y facilitando la agregación de sus moléculas impide la cal las grietas, todo álcali fijo debe también producir el mismo resultado; esto se ha experimentado introduciendo la sosa y la potasa en las pastas.

A causa de la fácil disolución de estas dos bases en el agua, se ha procurado primero fijarlas formando lo que ordinariamente se llama fritas; en su consecuencia, se han calcinado juntos los cuerpos y en las proporciones que indicamos a continuación:

Cuando se emplea la sosa, la mezcla es

1.º	Arena fina . . . . .	2 partes
	Sosa del comercio . . . .	1 »
2.º	Gres molido . . . . .	2 partes
	Sosa del comercio . . . .	1 »

cuando se emplea la potasa, basta substituir por ésta la sosa de las fórmulas anteriores, a saber:

3.º	Arena fina.....	2 partes
	Potasa del comercio..	1 »
4.º	Gres molido.....	2 partes
	Potasa del comercio..	1 »

Hechas las fritas, se han preparado baldosas formadas en las siguientes proporciones:

Arcilla plástica.....	1 parte.
Arena fina.....	2 »

y además baldosas formadas de:

Arcilla plástica.....	1 parte.
Frita núm. 1.....	2 »

Arcilla plástica.....	1 parte.
Frita núm. 2.....	2 »

Arcilla plástica.....	1 parte.
Frita núm. 3.....	2 »

Arcilla plástica.....	1 parte.
Frita núm. 4.....	2 »

y sometidas las cinco baldosas al fuego, la primera estaba agrietada y las cuatro restantes no se habían rajado. Esta experiencia es decisiva, y es seguro que haciendo fusible la pasta de la loza, se evitan, sea el que quiera el fundente empleado, los defectos del agrietado en ella.

Barral ha tratado de ir más lejos, investigando la causa que obliga a buscar esta fusibilidad, y ha encontrado que las grietas proceden del empleo de la arena

en la composición de la pasta. El uso de la arena, como se ha dicho, procede de la necesidad en que se está de tener una loza que sufra bien los cambios bruscos de temperatura, porque si se emplease la arcilla al estado nativo en la confección de objetos, experimentarían éstos por la cocción una contracción de la que resultarían grandes deformaciones y aberturas; para impedir esto, se adelgaza la arcilla, agregándola arena o arcilla cocida, que son sustancias que parecen no están sometidas a los efectos de la contracción.

Los granos de la substancia adicionada dejan entre sí huecos o intersticios que llena la arcilla fresca; no pudiendo retirarse y ofreciendo a la compresión una gran resistencia, estos granos hacen invariable la forma cuando se eleva la temperatura, pero esta invariabilidad hace que el bizcocho quede formado por partes diferentes apenas ligadas entre sí, dejando entre ellas intersticios muy visibles, de los que provienen las grietas. Si por un álcali introducido en la pasta se atacan o disuelven los granos de arena que mantenían la forma de los objetos, desaparecerán los intersticios, pero entonces la loza no soportará tan bien los cambios de temperatura.

Esto es verdad, hasta el extremo de que reemplazando en la loza agrietada de las estufas ordinarias la arena por un cemento fino, como por ejemplo, bizcocho molido, se disminuyen notablemente las grietas, y torneando una arcilla bien lavada, privada de arena y cuerpos extraños, se puede fabricar con ella cualquier objeto de loza sin grietas de ningún género.

Este procedimiento se ha empleado y quizás se emplee todavía en Berlín por Feilmez, quien reduce a papilla clara, por medios mecánicos, una arcilla plás-

tica, y hace pasar esta papilla en largos conductos, en los que abandona toda su arena antes de entrar en los pozos en que se deseca; esta tierra se coloca sin ninguna mezcla en montones del tamaño proporcionado al de los objetos que se quieren obtener y se moldean por compresión por medio de una prensa de doble palanca, de tal disposición, que cuando se moldea un objeto en la parte inferior, se coloca en la superior una porción de masa que a su vez es moldeada cuando la prensa se levanta; en este momento se retira el objeto moldeado interiormente, y se reemplaza por otra porción de masa, de modo que al bajar la prensa la comprime y moldea, mientras que se retira el objeto superior y se reemplaza por una nueva porción de masa y así sucesivamente; se comprende con facilidad que el empleo de esta prensa, sólo tiene aplicación para la obtención de un gran número de objetos idénticos, como por ejemplo, los azulejos. La loza obtenida por este medio presenta una superficie hermosa, libre de toda grieta.

Cualquiera que sea el procedimiento que se emplee en la manipulación de las pastas, vamos a dar algunas composiciones de ellas.

Según Brongniart, la loza oscura que en la economía doméstica está destinada a sufrir la acción del calor, se compone en París de

Arcilla plástica de Arcueil.....	30
Marga arcillosa verde yaciente sobre el yeso.....	32
Marga calcárea blanca de terreno yesoso.....	10
Marga arenosa o arena impura margosa amarilla superior al terreno de yeso.....	28

Según el mismo, la loza blanca se compone en la misma población de

Arcilla plástica de Arcueil.....	8
Marga arcillosa verdosa.....	36
Marga caliza blanca .....	28
Arena impura margosa amarillenta..	28
	<hr/>
	100

Para esta última clase de loza, se ha solido emplear en una de las más importantes fábricas del barrio de San Antonio de París, la composición siguiente:

Arcilla plástica.....	25
Marga verde.....	19
Marga blanca.....	28
Tierra de horno (tostada).....	28
	<hr/>
	100

En cambio, Bastenaire cita que la loza de París se compone de

Arcilla azul de Arcueil .....	10 partes.
Marga verde.....	30 »
Marga blanca.....	40 »
Arena arcillosa, llamada tierra de horno.....	10 »

y en Bourg-la-Reine y en Jory, empleaban

Arcilla plástica azul de Gentilly.....	15
Marga verde de Fresnes .....	25
Marga blanca de Bagueme.....	40
Arena caliza, de morrillos.....	20

pudiéndose observar que la composición química de ambas mezclas es muy aproximada a la de

Sílice.....	48
Alúmina .....	16
Carbonato de cal.....	32
Óxido férrico .....	4

Arnaud considera que esta proporción de 30 a 32 por 100 de carbonato de cal en la composición de las fayenzas, con cubierta de estaño cocidas entre 900 y 1000 grados, es indispensable para impedir el agrietamiento y para dar a la pasta, por efecto del calor, la densidad, sonoridad e impermeabilidad características de esta clase de productos.

Ya hemos dicho que se fabrican dos clases de loza: la una llamada pedernal, que es parda al exterior y blanca al interior, que resiste perfectamente los cambios de temperatura que ocurren en el servicio de la mesa y la cocina; la cual se compone de partes iguales de marga caliza y arcilla figulina impura, llamada tierra de prado; la otra es blanca y compuesta de los mismos elementos que la precedente, entre los cuales se introduce un poco de marga caliza especial, llamada tierra de ci-mientos.

En Nevers o Nievre, donde según hemos dicho en el primer capítulo de esta obra, fueron importados por el año 1600 los procedimientos de la loza italiana de Faenza, que se suponen conservados por tradición: Según las recetas primitivas, se emplea para la confección de la loza:

<i>Tierra blanca.</i> —Marga arcillosa de un blanco sucio, que se extrae cerca de la ciudad, en el sitio llamado Baye de Ponte-neul.....	33
<i>Tierra amarilla.</i> —Arcilla figulina arenosa no efervescente, extraída en las Chanmoinies.....	50
<i>Tierra gris.</i> —Arcilla figulina desmesurable, pero menos arenosa no efervescente, extraída en los Neuf-Piliers.....	16

En otros muchos puntos de España y del extranjero se fabrican lozas comunes de composiciones variables, probando esto que no se pueden fijar *a priori* las mezclas que conviene hacer en tal o cual localidad, y que estas mezclas deben estar en relación con los materiales suministrados por el país. Para encontrar las proporciones más convenientes, es necesario hacer el análisis de las tierras que presenten la suficiente plasticidad y estén en aceptables condiciones de precio y abundancia.

Varios ensayos practicados con cuidado, enseñan pronto las proporciones necesarias para formar una pasta que presente alguna de las composiciones dadas en el precedente cuadro, y que satisfaga a las condiciones exigidas por las costumbres de la localidad.

#### PASTAS PARA BALDOSINES Y AZULEJOS

Las diferentes proporciones que hemos indicado hasta ahora, sólo se refieren a la fabricación de utensilios de servicio ordinario o menaje; nos falta ocuparnos de los procedimientos empleados en la fabricación de baldosines, azulejos y tablas empleadas en la construcción de estufas y chimeneas, cuya fabricación ha sido poco estudiada hasta el presente.

La pasta empleada para obtener estos productos está formada de arcillas de varias clases, mezclada con arena arcillo-ferruginosa y cemento procedente de bizcocho molido; el amasado se hace con los pies de los obreros, que se pasean sobre la pasta, describiendo espirales del centro a la circunferencia y vuelven de la circunferencia al centro; los elementos se miden al volumen, y cada labor está compuesta de

Arcilla plástica .....	540
Arena .....	120
Cemento .....	225

Además se hace otra composición más delicada y mejor trabajada, que se destina a colocarla sobre las superficies de los objetos elaborados con la pasta anterior para recibir el esmalte; esta composición se llama tierra de arena, y está compuesta de

Arena .....	278
Arcilla .....	540

después de bien trabajada se extiende en capas delgadas sobre los objetos hechos con las otras pastas, de la cual corrige las desigualdades procedentes del cemento, que presenta granos gruesos. En vez de la arena empleada en esta composición, podría ponerse cemento tamizado muy fino, y en este caso las grietas serían menos visibles; pero esta precaución acaso aumentaría demasiado el precio de estos objetos.

La inspección del cuadro que presenta la composición de las lozas, enseña en seguida un medio cierto de hacer desaparecer las saltaduras y grietas de las piezas destinadas a este uso; se ve, en efecto, que estas lozas no tienen cal; no hay, por lo tanto, más que agregarlas un principio conocido y agregado a las lozas de mesa, como es el carbonato de cal, a pesar de que ya sabemos que este procedimiento las hace más frágiles e impropias para estar sometidas a la acción del calor.

En Suiza y Alemania toman en la confección de chimeneas precauciones que hacen que la loza no se raje. En estos países las estufas y chimeneas son verdaderos muebles, que tienen una gran capacidad, ocu-

pando 2 metros de alto, 1,20 de ancho y 0,70 de profundidad; en estos muebles, que semejan por sus formas y dimensiones grandes armarios, están construídas las chimeneas verdaderas de ladrillos refractarios, aisladas de las placas o azulejos esmaltados, que entonces no reciben directamente la acción del fuego, y no sirven sino de cubierta exterior al hogar colocado interiormente.

La composición más conveniente para la pasta de las grandes placas, aplicables a estos usos, es la siguiente:

Arcilla plástica.....	25
Marga arcillosa.....	25
Arena.....	13
Cemento de restos de bizcocho.....	37
	100

Sucede, sin embargo, que las placas muy grandes presentan el inconveniente de que el esmalte produce en la superficie ondulaciones de mal efecto a la vista y perjudiciales cuando se trata de pintar sobre ellas.

Se obtiene una pasta muy dúctil, que se deseca bien, sin rajarse ni henderse, y puede dar grandes piezas bien planas, haciendo la siguiente mezcla:

Arcilla plástica.....	32
Marga arenosa.....	38
Cemento de tierra cocida.....	30
	100

Esta pasta, empleada por Vogt, tiene la ventaja de ser bastante plástica.

El moldeado de las placas y azulejos no se practica exactamente lo mismo que en las otras fabricaciones, y por esta razón lo detallaremos en breves palabras.

Amasada la pasta, ya sea por medio de la cuba, ya

por los pies de los operarios, y cuando está bastante homogénea y plástica, se forman gruesas bolas, que se aplastan en forma de discos de un diámetro más o menos grande, según la dimensión de las planchas que se tratan de obtener; se colocan después estos discos unos sobre otros, hasta formar una masa cilíndrica de un metro de altura próximamente, y después este cilindro se transforma en un paralelepípedo rectangular, que tenga por base el tamaño que sea suficiente para obtener las tortas necesarias para el moldeado; este paralelepípedo así preparado se transporta por medio de unas parihuelas al taller de manipulación. El operario moldeador indica, por medio de dos reglas que coloca en dos caras opuestas del paralelepípedo, el espesor de las capas que quiere cortar, y las fija sobre las caras verticales por medio de pequeños trozos de pasta, y después con un hilo de latón, que es la sierra que se emplea en las pastas, corta sucesivamente las capas del mismo modo que se practica con las prismas de jabón en las jabonerías. Para quitar y transportar estas capas sin que se rompan, el obrero levanta uno de sus lados, y tomando las reglas que antes le han servido para señalar los espesores, encierra entre ellas este lado levantado y suspende la placa, transportándola así suspendida sobre el molde, el cual es una placa de yeso de un grueso conveniente, guarnecida de un bastidor de hierro, que limita en largo, ancho y grueso el espesor de la placa. Comunmente, en vez de este bastidor de hierro, suele tener el molde unos rebordes de yeso, pero entonces hacen falta tantos moldes como piezas diferentes se quieran obtener, mientras que con los bastidores de hierro no se necesitan más que placas de yeso.

El moldeador, cuando ya tiene colocada su placa de pasta sobre el molde, la comprime lo más igualmente posible, y después, con una regla de hierro, quita todo lo que sobresale de la superficie superior de los bordes del bastidor o del molde, poniéndole después los salientes que sirven para sujetar la placa en el sitio donde deba fijarse.

La pasta adquiere toda su contracción secándose en departamentos situados sobre los hornos por los que pasan las chimeneas; esta contracción es:

Para la pasta inagrietable.....	55 por 100
Para la pasta ordinaria.....	90 »

Cuando la pasta está seca, se procede a la colocación de las piezas en el horno; éste presenta, como el horno de loza ordinaria, la superposición de dos semi-cilindros echados sobre su eje; se compone de una cámara inferior abovedada que sirve de cenicero, y en la cual se coloca la composición del esmalte para fundirla, de un laboratorio central y de una cámara superior llamada infierno; el hogar está en un lado.

Se colocan las piezas en capilla en varios lechos de canto o verticalmente; las inferiores sostienen las superiores de las que están separadas por largas placas de tierra o ladrillos muy prolongados.

La cocción ha venido haciéndose con leña, y dura veinticuatro horas, apreciándose la temperatura por el color de la incandescencia que se observa a través de las miras o ventanas practicadas en la puerta del laboratorio, una en bajo y otra en alto.

Cuando las piezas están cocidas en bizcocho, se procede al esmaltado; el esmalte para las grandes placas

y azulejos de loza es el mismo empleado en las demás piezas de loza común y utensilios domésticos.

#### ESMALTES DE LA LOZA

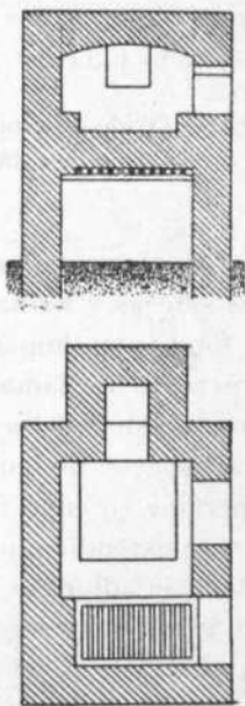
Vamos a ocuparnos de los detalles de fabricación de los esmaltes de loza.

Para la loza se hacen dos esmaltes: el primero, llamado esmalte pardo, que suele emplearse en la parte exterior de los objetos que se someten a fuego directo, y el otro llamado esmalte blanco que se aplica en los interiores de estos mismos objetos y en el interior y exterior de los demás que no tienen que calentarse.

El esmalte pardo debe su opacidad a una substancia térrea; para hacerlo se reduce a polvo fino una mezcla que luego se pone en forma de papilla clara, compuesta de las siguientes partes:

Minio.....	52	o	53
Óxido de manganeso....	7		5
Polvo fusible de ladrillo.	41		42
	<hr/>		<hr/>
	100		100

La fabricación del esmalte blanco exige más precauciones y debe su opacidad al estaño. En un hornillo de reverbero, de pequeñas dimensiones (figuras 185 y 186), se hacen oxidar juntos plomo y estaño a una temperatura que no exceda



Figuras 185 y 186.—Horno de reverbero para preparar el esmalte.

del rojo claro, porque de lo contrario el producto se vitrificaría por su contacto con los ladrillos del horno. Se obtiene así un polvo amarillo que se llama *calcina*. El plomo y estaño se emplean en las proporciones siguientes:

Plomo.....	84
Estaño.....	16
	<hr/>
	100

aunque bastantes operadores emplean hoy cuatro partes de plomo y una de estaño. La citada mezcla de 16 de estaño y 84 de plomo, por la calcinación, producen:

Óxido de plomo.....	90
Óxido de estaño.....	20
	<hr/>
	110

La calcina así preparada se mezcla con las sustancias silíceas y salinas y la mezcla obtenida se coloca en el fondo del hogar en un sitio que reciba la acción directa de las llamas antes de entrar éstas en el laboratorio; a este sitio se le suele llamar pilón, y venía a ser una especie de cubeta poco profunda pero de gran superficie en cuyo fondo, para recibir la mezcla a calcinar, se extendía una capa de arena para evitar que la fritada se adhiriese. Las proporciones de la mezcla suelen variar algo según las localidades, la naturaleza de las pastas, y el fin que se propone el fabricante. Las cantidades más usuales están indicadas en las cuatro fórmulas siguientes: la composición núm. 1 es la más cargada de estaño y las más dura; la núm. 2 es la que contiene más cantidad de plomo y por lo tanto la más tierna, y también la más usada; cuando se carece de arena algo fusible se reemplaza por arena cuarzosa pura,

y entonces se aumenta algo la dosis de fundente, como sucede en los números 3 y 4.

## NÚM. 1.

Calcina compuesta de...	{	Óxido de estaño...	23	}	44
		Óxido de plomo...	77		
			<hr/> 100		
Minio .....					2
Arena algo fusible.....					44
Sal marina.....					8
Sosa de Alicante o carbonato de sosa.....					2
					<hr/> 100

## NÚM. 2.

Calcina compuesta de...	{	Óxido de estaño...	18	}	47
		Óxido de plomo...	82		
			<hr/> 100		
Arena fusible.....					47
Sal marina.....					3
Carbonato de sosa.....					3
					<hr/> 100

## NÚM. 3.

Calcina compuesta de...	{	Óxido de estaño...	23	}	45
		Óxido de plomo...	77		
			<hr/> 100		
Arena cuarzosa lavada.....					45
Minio .....					2
Sal marina.....					5
Carbonato de sosa.....					3
					<hr/> 100

## NÚM. 4

Calcina compuesta de...	Óxido de estaño...	18	} 45
	Óxido de plomo...	82	
		<hr/> 100	
Arena cuarzosa lavada.....			45
Sal marina.....			7
Carbonato de sosa.....			3
			<hr/> 100

En algunas fábricas de lozas de grandes piezas de chimeneas y azulejos, en particular en el barrio de San Antonio, en París, usan la siguiente composición:

## NÚM. 5

Calcina compuesta de...	Óxido de estaño...	17	} 43
	Óxido de plomo...	83	
		<hr/> 100	
Arena fusible.....			43
Minio.....			3
Guijarros de río machacados.....			3
Sal marina.....			6
Potasa del comercio.....			2
			<hr/> 100

Se gradúa en 60 a 70 grados del pirómetro de Wedgwood la temperatura necesaria para fundir el esmalte en el pilón.

En dichas mezclas, la arena contribuye a la formación de un silicato de plomo, y la sal marina que es la substancia salina más comunmente empleada, por entrar difícilmente en combinación, esto es, por lo lenta que es la silicatización de los cloruros, viene a servir

principalmente como de capa protectora del silicato de plomo durante la fusión.

La masa fundida se rasca primeramente para arrancar de ella todas las materias extrañas que hayan podido adherírsele; luego se porfiriza, reduciéndola a polvo muy fino, y se pone en suspensión en el agua, formando una papilla muy clara y fina; algunos fabricantes tienen la costumbre de colorear esta papilla en rojo por la agregación de un poco de minio. Cuando la pieza debe ser esmaltada por entero, se la baña en la papilla; cuando no debe serlo más que interiormente, se vierte una porción de esmalte con una taza en su interior, y se pasea por él con un movimiento apropiado, volviendo el exceso a la tina que contiene el esmalte en papilla; cuando la pieza deba ser bañada tan sólo exteriormente, se procede por inmersión o por riego, según se explicará al hablar de la aplicación de los esmaltes en general.

Las piezas esmaltadas con determinados espesores, son retocadas al pincel en las partes donde falta esmalte, y se agrega aquél en exceso en las partes salientes quitando algo en las entrantes, porque el esmalte fundido puede correrse y dejar desnudas unas partes y acumularse en otras.

Para aumentar el espesor del esmalte algunos fabricantes espolvorean las piezas que aún están frescas con esmalte en polvo o con minio que colocan en un tamiz muy fino. Finalmente, con una brocha dura se quita el esmalte que está en los pies de las piezas para impedirles adherirse sobre los soportes durante la cocción, y para economizar el esmalte en exceso en los puntos en que no es necesario. Esta operación es muy nociva para los operarios por los polvos que se desprenden, y que sue-

len ser aspirados por ellos, produciéndoles enfermedades.

El esmalte de la loza puede colorearse de varios tonos o colores, haciendo las siguientes mezclas:

COLOR AMARILLO

Esmalte blanco .....	91
Amarillo de Nápoles.....	9
	<hr/>
	100

COLOR VERDE PURO

Esmalte blanco .....	95
Batidura de protóxido de cobre.....	5
	<hr/>
	100

COLOR VERDE PISTACHE

Esmalte blanco .....	94
Protóxido de cobre .....	4
Amarillo de Nápoles.....	2
	<hr/>
	100

COLOR ROJO

Esmalte blanco .....	97
Peróxido de manganeso.....	3
	<hr/>
	100

COLOR AZUL

Esmalte blanco .....	95
Óxido de cobalto (Ultramar).....	5
	<hr/>
	100

COLOR VIOLETA

Esmalte blanco .....	96
Peróxido de manganeso.....	4
	<hr/>
	100

La loza común se pinta sobre el esmalte; se obtiene una pintura sólida y brillante, pero en general es poco delicada a causa del precio que tiene el producto; los colores se aplican al agua por medio de pinceles más o menos groseros.

La ornamentación más generalmente empleada en la loza ordinaria se reduce a espolvorear el esmalte coloreado sobre ella, cuando aún está fresco el esmalte en que se ha bañado el bizcocho, y teniéndola además recubierta de una hoja de cartón o papel grueso, en el que está calado el dibujo o adorno que se quiere obtener; el polvo coloreado no se adhiere sino a las partes que por el calado quedan descubiertas, resultando después de la cocción coloreados estos claros.

Se emplean también en los platos y demás efectos de mesa el adorno por estampado litográfico como se describe en el capítulo que trata de los colores en general, solamente que en la tirada del papel que lleva el dibujo con el color, deben omitirse los aceites y emplear el agua a lo sumo engomada.

Los azulejos de revestimiento estaban hace algún tiempo en gran boga para el adorno exterior de edificios; los suelos y muros de la mayor parte de los edificios de campo, y sobre todo algunas residencias y capillas reales, hicieron de ellos un gran empleo.

Estos azulejos solían estar coloreados, como hemos manifestado anteriormente, y otras veces imitaban piedras de diversas clases, como mármoles, granito, etc. Para obtener la pintura imitando mármol, se aplica sobre los objetos un fondo según el color que se desee, y cuando éste está medio seco se salpica en diversos puntos con una brocha cargada del color al temple con

el que se tratan de imitar la vetas, ramos, etc., que hace la piedra; repitiendo esta operación con varios colores, se obtienen después de la cocción los jaspeados más caprichosos; otras veces los jaspeados se hacen a la mano sobre fondos azules, gris, rojo, etc., obteniendo verdaderos dibujos y adornos, en los que el principal trabajo está en el mérito que el artista quiera dar a sus adornos.

Vogt se ha ocupado detenidamente de la obtención de azulejos esmaltados de varios colores, que se usan mucho en los revestimientos de las salas de baños, empleando un procedimiento inventado por él, y del que ha obtenido privilegio en Francia.

Construye primeramente un modelo de tierra, sobre el que están en hueco todos los adornos de colores distintos del del fondo, y sobre este modelo forma un molde de yeso, que presenta en relieve todo lo que era hueco en el modelo; si sobre este molde aplicamos el procedimiento ordinario para obtener objetos moldeados, resultarán éstos llenos de surcos, y si el objeto es una baldosa o placa de loza, y si estos surcos los rellenas de pasta de diferentes colores, de modo que representen los objetos que deseamos, y después hacemos que la superficie quede bien lisa, raspando o frotando con un objeto áspero, habremos en definitiva obtenido una pasta coloreada de varios modos, sobre la cual sólo falta aplicar un esmalte plomizo y transparente para que nos resulte un azulejo coloreado de varios tonos, y el cual podemos repetir cuantas veces sea necesario para formar la combinación que deseamos.

Los objetos, cuando están secos y coloreados, deben

cocerse en bizcocho y aplicarles después el barniz plomizo para pasar segunda vez al horno.

Ya nos hemos ocupado de los hornos empleados en la cocción de la loza; respecto a su carga en ellos, ya sabemos que no debiendo reblandecerse la pasta, podemos colocar bien inmediatos los objetos sin temer las deformaciones que por esta causa pudieran producirse. Así, en el primer fuego que se da a los platos, se puede sin inconveniente colocarlos unos sobre otros, y rodear solamente la pila por cajas cilíndricas. Más precaución hace falta para el segundo fuego que se da a la loza barnizada, porque entonces se pegarían las piezas si estuvieran en mutuo contacto. Basta, sin embargo, soportarlas o aislarlas por tres puntos, para lo cual las cajas llevan tres agujeros dispuestos en círculo horizontal para cada pieza que se trata de poner en ellas; se introduce en cada uno de estos agujeros unos prismas triangulares de tierra cocida, sobre los cuales los objetos se apoyan por su reborde contra una de las aristas de estos prismas, y de este modo el contacto es sumamente pequeño, bastando luego que están cocidos un ligero esfuerzo para desprenderlos.

En la actualidad se emplean con preferencia, en la cocción de la loza, hornos de llama descendente, verificándose el tiro por una chimenea aislada, que puede ser común a varios hogares.

La figura 187 representa un horno de esta clase, llevando seis hogares que comunican con un conducto central; los gases salen por una serie de aberturas concéntricas en el suelo inferior, que comunican con un colector circular; el diámetro de estos hornos varía de 4 a 6 metros, y su altura de 4 a 7; el pequeño fuego

dura de seis a ocho horas, y el grande de dieciséis a veinticuatro. El consumo de combustible, muy variable, puede apreciarse en 100 kilos por metro cúbico de

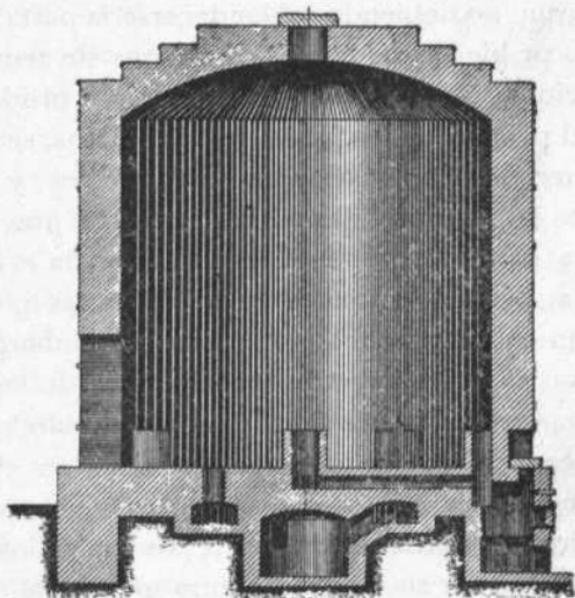


Figura 187.—Horno para loza.

capacidad del horno, por lo que es de sumo interés aprovechar todos los huecos en la carga.

### III.—Lozas finas.

Se distinguen tres variedades principales de loza fina, que son: la loza fina caliza, o tierra de pipa; la loza fina de pedernal, esencialmente compuesta de arcilla plástica y sílex, y la loza fina dura o feldespática, llamada también porcelana opaca, en cuya pasta entra cierta cantidad de kaolín, y cuyo barniz contiene ácido bórico.

Se emplean en la confección de las lozas finas arci-

llas privadas completamente de óxidos colorantes, como lo son los de hierro, manganeso, etc., con lo cual la pasta queda blanca después de la cocción, derivándose de ello que puede luego aplicárseles sencillamente una cubierta o baño transparente e incoloro. Esta cubierta es un vidrio cuya composición consiste en un borosilicato de plomo y metal alcalino.

#### PASTA DE LA LOZA FINA

Como esta pasta no debe ablandarse al primer fuego, debe ser muy poco fusible; se forma con arcillas que hayan sido purificadas por lavados sucesivos, a las que se agrega cuarzo porfirizado en cantidad más o menos grande, según las cualidades de la arcilla, pero siempre en mayor proporción que ésta, llegando algunas lozas a contener 70 partes de cuarzo por 30 de arcilla.

La composición de las lozas finas con los anteriores elementos varía mucho, no obstante, de unas a otras comarcas y hasta en las distintas fábricas. Así, por ejemplo, en Inglaterra, que es donde la fabricación de la fayenza fina ha logrado muy justificada celebridad por la perfección de los productos lanzados al mercado, se emplean generalmente arcillas refractarias, kaolines, sílex y tierra de Cornwall (Cornish-stone). En Francia lo más general es emplear feldespato y arenas fusibles en vez del cornish-stone, pues no tienen otras materias más a propósito para sustituirle, y reemplazan entonces el sílex por cuarzos. Hay sin embargo, tanto en Francia como en otros países, fábricas que importan sus primeras materias de Inglaterra con objeto de obtener pro-

ductos que se asemejen, en lo posible, a los de fabricación inglesa.

A continuación damos la composición de la pasta de loza fina empleada en distintos establecimientos; como puede verse, en todas estas fórmulas domina el sílex o cuarzo como elemento principal de la composición, acompañado de la arcilla blanca:

## PASTA DE LOZA CALIZA

Arcilla plástica .....	854
Sílex .....	130
Cal.....	16
	<hr/>
	1,000

## PASTA DE LOZA FINA DE PEDERNAL

Arcilla plástica .....	87	u	83
Sílex.....	13		17
	<hr/>		<hr/>
	100		100

## PASTA DE LOZA FELDESPÁTICA

Arcilla plástica .....	62
Kaolín .....	16
Sílex.....	19
Feldespató alterado.....	3
	<hr/>
	100

## PASTA DE SAINT-AMAND

Arcilla plástica .....	82
Sílex.....	16
Feldespató alterado.....	2
	<hr/>
	100

## PASTA PARA IMPRIMIR SOBRE EL BIZCOCHO

Arcilla plástica.....	64
Kaolín .....	16
Sílex.....	16
Feldespato alterado.....	4
	<hr/>
	100

Para la loza fina en cuya composición entra mucho feldespato, a la cual como hemos dicho se le da, impropia-mente, el nombre de porcelana o china opaca cuando el carácter distintivo de las porcelanas es la translucidez y todas estas lozas finas son completamente opacas, a causa de que mientras en éstas no experimenta la pasta ningún reblandecimiento, las porcelanas sufren un principio de fusión que aproxima su contextura a la del vidrio, se pueden emplear pastas de composición muy variada.

Por regla general, estas pastas se componen principalmente de los elementos siguientes:

Arcilla plástica.....	de 80 a 65
Sílex pirómico.....	20 35

Ha de observarse que tanto en unas como en otras pastas, una parte de las arcillas puede ser reemplazada por kaolines lavados, y se puede sustituir también cierta cantidad de feldespato o pegmatita por su peso de cuarzo.

A continuación se estampan algunas composiciones de pastas de loza con cubiertas borácicas, que también se darán más adelante:

## PASTA DE LA LOZA DE CREIL

Arcilla de Montereau.....			20
Arcilla de Alberstone.....			20
Kaolín inglés.....			30
Feldespató de Limoges.....			18
Sílex pulverizado.....			12
			<hr/>
			100

## PASTA DE LA LOZA DE KÉRAMIS

Arcilla de Montereau.....	60	6	25
Arcilla de Valendar.....	5		15
Feldespató inglés.....	10		15
Sílex pulverizado..	25		30
Kaolín.....	»		15
			<hr/>
	100		100

## PASTA DE LA LOZA DE FORGES

Tierras de Forges.....	74	6	70
Sílex molido.....	13		20
Kaolín de Limoges.....	3		5
Kaolín inglés.....	10		5
			<hr/>
	100		100

## PASTA DE LA LOZA DE SAINT-AMAND

Arcilla de Valendar.....			24
Sílex molido.....			32
Kaolín.....			20
Arcilla de Andenes.....			24
			<hr/>
			100

LABOREO DE LOS MATERIALES QUE ENTRAN EN LA FORMACIÓN  
DE PASTAS DE LOZA FINA

Nada nuevo añadiremos a lo manifestado en los capítulos anteriores de este MANUAL, en los que se detallan las diversas operaciones que tienen que sufrir los elementos constitutivos de las pastas; las arcillas deben lavarse con gran cuidado y asimismo los kaoli-

nes, los cuales pueden emplearse de segunda calidad, esto es, los que no son suficientemente grasos para ser empleados en la fabricación de la porcelana y hasta los que son ligeramente ferruginosos.

También observaremos con respecto de la arcilla que entra a formar parte de estas pastas, que no solo no es necesario triturarlas mucho, sino que hasta puede ser contraproducente, porque entonces, si contienen piritas, éstas también se habrán pulverizado y será muy difícil eliminarlas por lavado, con lo cual quedarán en la pasta y producirán manchas.

En cuanto al sílex debe ser pasmado, y después porfirizado finamente; esta última operación, antes se practicaba exclusivamente en seco entre muelas horizontales, pero actualmente se hace con intermedio del agua, con objeto de evitar el polvo de cuarzo, que incorporado al aire de la atmósfera, es respirado por los operarios, dando lugar a padecimientos y enfermedades.

Para dicha porfirización es muy recomendable el molino de Alsing, consistente en un cilindro de fundición, revestido interiormente con gres, porcelana o piedras silíceas muy duras que puede girar mediante un eje horizontal. Este cilindro tiene una puerta lateral por la cual se hacen la carga y la descarga del material que se ha de pulverizar y la de los pedernales que efectúan la pulverización y la introducción del agua. También puede hacerse funcionar en seco.

Este aparato es, pues, de trabajo intermitente, pero se han hecho en él modificaciones para que opere de una manera continua.

La mezcla de las sustancias se hace al estado de

barbotina o de papilla espesa, y se termina haciendo pasar toda la masa a través de un tamiz; el endurecimiento de la pasta se practica por la acción del fuego o por filtración con el filtro prensa; se la amasa después mecánicamente en las tinas, y se la deja podrir algunos meses en cuevas húmedas antes de emplearla. La confección de los objetos, si éstos son torneados, se bosquejan y se retornean con toda precisión, aligerando los gruesos lo posible; con objeto de producir objetos ligeros, se emplea también el procedimiento de moldeado, sobre todo en los platos que se terminan por el calibrador ya descrito (figura 67), y el de colado cuando se trata de obtener objetos de formas determinadas, y finalmente, también puede emplearse el moldeado a la prensa.

Los objetos elaborados se ponen en secadores, situados generalmente en habitaciones que reciben el calor por tubos de hierro, dentro de los cuales circulan gases perdidos de los hornos.

#### COCCIÓN

Las lozas finas experimentan dos cocciones: la primera, o de bizcocho, se verifica en cajas o estuches, a la temperatura de 1200 a 1300 grados, y la colocación de los objetos en ellos no exige grandes precauciones, porque no siendo las pastas reblandecibles, no hay peligro de que aquéllos se suelden entre sí, pudiendo por lo tanto colocarlos del mejor modo posible, con objeto de aprovechar espacio; algunos objetos delicados suelen, sin embargo, aislarse por medio de pernetas. La cocción se practica en hornos semejantes a los descritos anteriormente, o variados en algunos detalles,

como el que vamos a describir y se encuentra representado en las figuras 188, 189 y 190, la primera contiene la sección vertical del horno según la línea Z Z del plano (figura 189), que solo representa un cuarto de sección a la altura X X, y otro cuarto a la Y Y.

En estas tres figuras las mismas letras representan los mismos objetos.

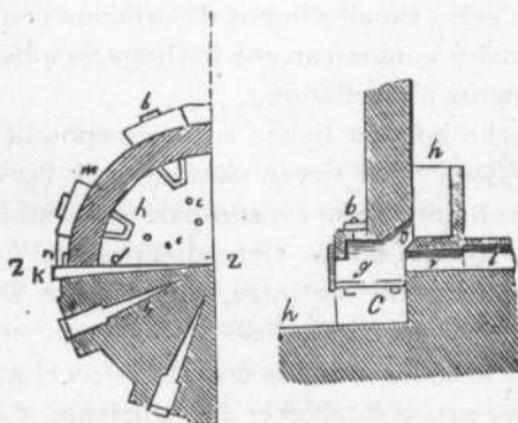
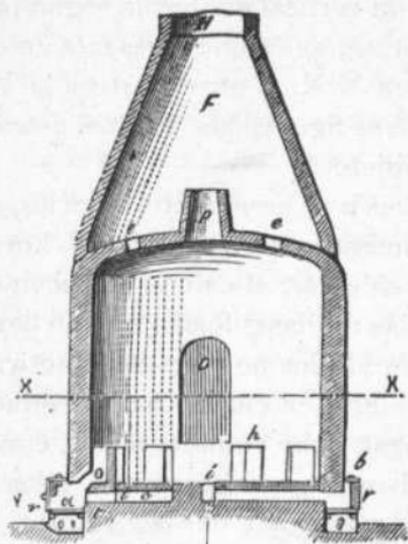
Los hogares *a a*, en número de ocho, están dispuestos simétricamente en derredor del horno que están destinados a calentar; el caldeo se hacen con hulla, que se coloca en las rejillas *g* formadas con barras de hierro; la alimentación de los hogares se practica por la puerta *r*, que se cierra en cuanto se introduce el combustible en el hogar; ocho chimeneas *h h*, correspondientes a sus respectivos hogares, permiten a las llamas extenderse por la capacidad del laboratorio, y además de ellas, la llama se reparte uniformemente por el suelo por medio de ocho canales llenos de orificios pequeños *c c*, cuyos canales comunican con los hogares a beneficio de los conductos abovedados *t*.

Los ocho hogares tienen sus correspondientes ceniceros *c c*, los cuales sirven para recoger las cenizas y dar a la hulla el aire necesario para su combustión.

El cuerpo del horno tiene dos puertas D D, colocadas una enfrente de otra, que primero sirven para verificar la carga, cerrándose después con un muro de ladrillo, y después abiertas cuando la cocción ha terminado, sirven para establecer una corriente de aire frío que active el enfriamiento del horno.

Los productos de la combustión después de caldear los objetos puestos en el horno, salen por los conductos *e e*, practicados a distancias iguales en el espesor

de la bóveda, y por la chimenea central  $p$ , reuniéndose en la cámara formada por el cono o cubierta  $F F$ , y



Figuras 188, 189 y 190.—Horno para la cocción de la loza.

saliendo a la atmósfera por la chimenea cilíndrica  $H$ , de cuatro a cinco metros de altura.

Existe además en este horno un hogar suplementario *k*, que está destinado exclusivamente a llevar llamas y aire caliente al centro del horno por un canal largo *d*, que termina por una abertura *i* en el centro del suelo del laboratorio; este canal, juntamente con los pequeños conductos *b b* (figura 189), está cubierto por anchos ladrillos refractarios cuadrados de 5 centímetros de grueso; este hogar se alimenta exclusivamente por un orificio superior *n*, mientras que los ocho restantes lo son por sus respectivas puertas; este orificio *n*, así como el cenicero *c'*, se cierra más o menos por medio de un ladrillo, según que se quiere aumentar o disminuir la temperatura del centro, logrando que aquella disminuya considerablemente con sólo dejar abiertos los dos orificios.

Las aberturas *m m* practicadas en la pared superior de los hogares, sirven: 1.º, para empezar la combustión; 2.º, para reglar la temperatura del interior del horno; cuando se quiere disminuir ésta en algún punto por haberse calentado éste más que el resto, se abre el orificio *m* del hogar que corresponda a dicho sitio; estos orificios deben estar, por lo tanto, constantemente cerrados.

La figura 190 representa un detalle de los ocho hogares, y en ella las letras indican, como hemos dicho, los mismos objetos que en las otras figuras.

La cocción entre pequeño y gran fuego dura de cincuenta a sesenta horas; antes de terminarla se sacan muestras o testigos para asegurarse del resultado; estos testigos están colocados en la parte delantera de una caja que tiene practicada una abertura en su parte superior, por la cual se introduce un gancho para sacar-

los; cuando están fuera del horno, se golpea sobre ellos con un objeto de hierro para asegurarse del sonido y juzgar por él del estado de cocción; se sumerge inmediatamente en una papilla del baño, y se vuelve al horno, si retirado después se ve que el baño no está agrietado y ha formado cuerpo con el bizcocho, es una prueba segura de que éste está bien cocido. Entonces se suspende el fuego y se cierran perfectamente todos los hogares y la chimenea, para impedir la introducción del aire, que con un brusco enfriamiento causaría grandes daños en los objetos colocados dentro del horno.

No se debe proceder a la descarga sino cuando el horno está casi frío, aunque algunos fabricantes descargan en caliente; imprudencia que puede ocasionar grietas y roturas por la acción del aire frío sobre los objetos demasiado calientes, con objeto de aprovechar el calor conservado por el horno en secar las cajas nuevas o recompuestas, realizando una economía que de seguro no les recompensa las pérdidas a que esto puede dar lugar.

Verificada la descarga y examinadas las piezas que resultan útiles, se procede al esmaltado o aplicación de las cubiertas, colores, etc.; en una palabra, al decorado, como veremos más adelante.

#### CUBIERTAS PARA LA LOZA FINA

Los barnices de estas lozas consisten en vidrios sílico-borácicos de base alcalina, de óxido de plomo, de tierras alcalinas y de alúmina, aumentándose la proporción de las bases que comunican fusibilidad, por ejemplo, el plomo, cuando se quiere obtener barnices más fusibles y economizar el combustible; pero ya hemos

manifestado los inconvenientes que esto trae consigo, por lo que en las lozas finas no entra el plomo sino en pequeñas proporciones.

Para preparar estas cubiertas se emplean, principalmente, cornish-stone, feldespató, kaolín, productos silíceos, minio o cerusa, bórax o ácido bórico, creta y carbonatos alcalinos, los cuales se someten previamente a una trituración cuidadosa, la cual a su vez, exige que los materiales estén en forma sólida tal que no dificulte efectuarla en buenas condiciones, para lo cual se someten dichos materiales, en todo o en parte, a una calcinación con objeto de obtener una frita a propósito.

A este efecto, se mezclan, generalmente, los productos solubles, como son, por ejemplo, el bórax y los carbonatos alcalinos, con algunos de los insolubles (productos silíceos, calizos, de alúmina y de plomo), y se calcinan en un horno de reverbero, hasta llegar casi a la fusión. Se pulveriza luego la masa obtenida y se le añade, finalmente, el resto de los productos que entran en la fórmula de la cubierta.

Damos a continuación la composición de algunos barnices de los más empleados, indicando en el primero de ellos (Granger) los productos que se someten previamente a la calcinación, procediéndose de manera análoga en todos los demás:

Feldespató.....	35 partes.
Arena silícea .....	18 »
Minio.....	16 »
Bórax .....	22 »
Kaolín.....	3 »
Creta.....	6 »

pulverícese la masa obtenida y efectúese la incorporación siguiente:

Masa calcinada anterior. ....	83	partes.
Minio.....	7	»
Feldespató.....	10	»
	<hr/>	
	100	

BARNIZ PARA TIERRA DE PIPA (*Schuman*)

Feldespató calcinado.....	7
Arena.....	31
Minio .....	30
Litargirio .....	27
Bórax .....	3
Vidrio de cristal.....	2
	<hr/>
	100

BARNIZ DE TIERRA DE PIPA (*Bastenaire d'Audenard*)

Este barniz se colorea con 0,00001 de azul cobalto.....	}	Arena cuarzosa.....	36
		Minio .....	45
		Carbonato de sosa.....	17
		Nitro.....	2
		<hr/>	100

BARNIZ PARA LOZA FINA DE PEDERNAL

Coloreado ligeramen- te en cobalto.....	}	Arena de feldespató al- terado.....	40	ó	42
		Minio.....	23		26
		Bórax.....	23		21
		Carbonato de sosa.....	14		11
		<hr/>	100		100

## BARNIZ PARA LOZA FINA FELDESPÁTICA

Kaolín guijarroso .....	25	ó	28
Silex .....	13		16
Óxido de plomo .....	52		30
Vidrio blanco.....	10		»
Ácido bórico.....	»		6
Carbonato de sosa.....	»		16
Carbonato de cal.....	»		4
	100		100

## BAÑO PLOMIZO PARA PASTA CUARZOSA

Los objetos de pasta dura cuarzosa, que el primitivo Wegwood había creado con el nombre de *cream colour*, recibían un baño plomizo sin emplear el bórax, que sólo fué usado mucho más tarde en las cubiertas; para obtener este baño se funde y porfiriza la mezcla siguiente:

Arena .....	30	ó	35
Minio.....	45		45
Carbonato de sosa a 70 grados...	15		15
Vidrio ordinario.....	10		15

Se obtienen por este medio hermosas y brillantes cubiertas, pero son demasiado rayables y funden demasiado pronto; estos baños producen por su aplicación sobre las pastas cuarzosas, la reproducción de los productos del célebre fabricante inglés.

## BAÑO SILÍCEO ALCALINO PARA LOZA CUARZOSA

Los hermanos Ellers recubrían la superficie de sus lozas finas en un vidrio alcalino muy fino, que daba a los objetos cierto brillo, sin perjudicar a los detalles de los relieves. Las piezas recibían durante la cocción y por volatilización, cierta cantidad de álcali que se apli-

caba en capas espesas en el interior de las cajas. Entre otros muchos, el siguiente es el que se ha empleado con mejores resultados:

Sal marina.....	70
Carbonato de sosa.....	20
Óxido de plomo.....	10
	<hr/>
	100

La sal marina y el carbonato de sosa se volatilizan y se descomponen en la superficie de los objetos que se cuecen, los cuales deben estar para obtener buen resultado, cargados de una gran cantidad de sílice.

*Baños borácicos.*—Los baños borácicos empezaron a emplearse sobre los objetos cerámicos con mucha posterioridad a los anteriormente dichos. Las composiciones más usuales son las siguientes:

#### BAÑO BORÁCICO PARA LA PASTA DE CREIL

Este baño se obtiene fundiendo en un horno de reverbero los siguientes cuerpos:

Bórax.....	40
Feldespato.....	25
Carbonato de cal.....	20
Minio.....	20
Cal.....	19
Óxido de plomo.....	19
Cobalto.....	trazas

Se obtiene un vidrio que se porfiriza en el agua, y se mezcla en las proporciones siguientes con el sílex o feldespato.

Vidrio anterior.....	62
Feldespato.....	13
Sílex porfirizado.....	25
	<hr/>
	100

Los análisis practicados por Salvetat sobre varias piezas, le han conducido a dar la siguiente composición de otro baño borácico.

Bórax.....	10
Feldespató.....	25
Cristal.....	25
Creta.....	10
Cuarzo.....	30
	<hr/>
	100

#### BAÑO BORÁCICO PARA LA PASTA DE KÉRAMIS

Se hace este baño empezando por fundir los siguientes cuerpos:

Kaolín inglés... ..	10
Arena cuarzosa.....	30
Feldespató.....	15
Carbonato de cal.....	15
Bórax inglés.....	30
Óxido de cobalto.....	0,02

El vidrio obtenido se mezcla con feldespató en la siguiente proporción:

Vidrio anterior.....	50
Albayalde.....	25
Feldespató de Bayona.....	25
	<hr/>
	100

El tono amarillento que pudiera resultar, se corrige añadiendo una pequeña cantidad de frita azul; como el plomo entra en pequeña cantidad en este baño, cuando está fundido, queda de una gran dureza y excelente empleo.

#### BAÑO BORÁCICO PARA LA PASTA DE SAINT-AMAND

Según Salvetat, las dosis de este baño, que llevan como mínimo el doble en peso de arena, no convienen.

sino para obtener cubiertas muy resistentes, aunque difíciles de fundir. La composición es como sigue:

Minio .....	600
Arena.....	300
Creta .....	30
Feldespató .....	35
Bórax.....	35
	<hr/>
	1,000

#### BAÑO BORÁCICO PARA LA PASTA DE FORGES

Este baño produce excelentes resultados, y aventaja a la anterior composición:

Carbonato de plomo.....	54
Trozos de cristal.....	26
Minio .....	7
Sílex.....	12
Bórax cristalizado .....	1
	<hr/>
	100

#### BAÑO ALCALINO-TÉRREO PARA PASTA DURA SILÍCICA

No se conocen todavía en los baños, por más que no parezcan difíciles de formar, porque las arcillas mezcladas al sílex pueden soportar muy elevadas temperaturas y podrían aplicárseles con ventaja cubiertas semejantes a las de la porcelana dura, economizando combustible por la adición al feldespató de cierta cantidad de carbonato de cal.

En Inglaterra se disminuye mucho la cantidad de óxido de plomo contenido en los baños, y puede que se llegue a su completa supresión, sustituyéndole por la cal o cualquier otro óxido térreo.

*Baño borácico formado con el borato de cal nativo.*— Ya hemos hablado anteriormente de la aplicación que se hace en Inglaterra de borato de cal nativo, que se

exporta del Perú, y que se hace entrar directamente en la composición de la loza fina; y también se ha dicho que después de lavada esta substancia, se la reduce a polvo seco, y se le agrega un 25 por 100 de bicarbonato de sosa, mezclando bien y formando un cuerpo cuyo empleo ofrece gran economía.

#### DECORADO DE LAS LOZAS FINAS

Las lozas reciben muy a menudo decorados muy variados en colores, fondos, lustres, etc., aplicados a mano o por impresión, de cuyos procedimientos hablaremos en un capítulo especialmente dedicado a ello, así como a la composición de los engobes, esmaltes y algunos colores; vamos ahora a dar aquí la composición de los colores más empleados en las lozas finas, para dejar completa la fabricación de esta clase de productos.

Los colores se dividen en colores vitrificables que se aplican sobre el bizcocho, y colores que se aplican sobre la cubierta.

Los primeros generalmente tienen pequeñas proporciones de fundente y son muy semejantes a los engobes; la cubierta que reciben inmediatamente sobre ellos, los abriga del contacto del aire, dándoles brillo al mismo tiempo; entre los colores de este género podemos citar los siguientes:

1.º *Color rojo*.—Se emplea el ocre rojo, que se diluye en el agua, y se pasa por el tamiz de seda; para usarlo se sumerge el objeto que se trata de colorear en el recipiente que contiene el color en papilla clara.

2.º *Púrpura*.—Para obtenerla se emplea el hierro en batiduras que, calcinadas en el horno de porcelana,

adquieren un color púrpura oscuro y una estructura que facilita su pulverización; después de molido en la piedra de pintores, se prepara en barbotina para su aplicación en baño ó a mano.

3.º *Amarillo*.—Se obtiene este amarillo mezclando seis partes de amarillo de Nápoles y una parte del fundente núm. I detallado al hablar de ellos en el último capítulo de esta obra.

4.º *Azul*.—Puede obtenerse un azul mezclando seis partes de vidrio azul y dos de tierra blanca.

5.º *Verde*.—Se obtiene con seis partes de óxido de cromo y una de fundente núm. I.

6.º *Negro*.—Los negros están compuestos de tres partes de óxido de cobalto, tres de manganeso y una de fundente.

Los colores que se aplican sobre la cubierta son los siguientes:

1.º *Rojo carmín*.—Para obtener este color se reúnen una parte de púrpura de Cassius y seis partes de fundente, empleándolo inmediatamente y sin fundirlo, teniendo cuidado en su cocción, porque es muy susceptible de ensuciarse con el contacto del humo.

2.º *Violeta*.—Se prepara éste reuniendo cinco partes de púrpura de Cassius, una de cobalto y seis de fundente, y porfirizando la mezcla sobre la piedra de pintores.

3.º *Rojo con ocre*.—Este color se obtiene tomando una parte de ocre amarillo, dos partes de vidrio de antimonio y dos de fundente. Se tamiza el ocre, se machaca el antimonio mezclado con el fundente, y se funde después todo junto, obteniéndose así una masa que se porfiriza.

4.º *Rojo con el hierro.*—Se obtiene este rojo fundiendo en su agua de cristalización partes iguales de caparrosa verde y alumbre de Roma; durante la fusión se remueve la mezcla y se calienta hasta completa sequedad; se aumenta después el fuego hasta que la materia esté al rojo naciente, y se sostiene algún tiempo a esta temperatura, retirándola después; de esta masa se toma una parte para mezclarla con cuatro de fundente, produciendo, después de porfirizada, un color rojo muy bueno.

5.º *Rojo carmesí.*—Se pone en un crisol al fuego una cantidad de manganeso del Piamonte bien pulverizado, y cuando está fundido, se le añade su cuádruplo de óxido gris de cobre, quitando la mezcla del fuego cuando las substancias están bien incorporadas. Si el color resulta demasiado transparente, se le agrega un poco de potea de estaño; este color tiene el inconveniente de ennegrecerse por la acción prolongada del calórico.

6.º *Color rojo rosa.*—Este se obtiene añadiendo esmalte blanco a la composición anterior hasta obtener el tono que se desea.

7.º *Amarillo.*—Los amarillos compuestos son de mejor empleo que los obtenidos directamente; un amarillo muy bueno se puede obtener reuniendo y porfirizando una parte de plata sulfurada, una de óxido de antimonio y cuatro de fundente núm. 2 (véase último capítulo de la obra); antes de porfirizar la mezcla es necesario tostarla en un horno, sin dejar que se vitrifique.

La plata sulfurada se obtiene poniendo en un crisol al fuego varias capas de azufre alternadas con hojas de plata, y dándole a esta mezcla tres caldeos.

8.º *Azules.*—Los azules se obtienen todos del co-

balto, siendo el mejor el de Suecia purificado de su arsénico; el fundente de los azules se compone de:

Vidrio blanco.....	6
Nitrato de potasa .....	3
Bórax .....	2
Antimonio diaforético.....	1

Si a este fundente se le agrega una parte de precipitado rosa de colbato, se obtiene un hermoso azul, que se emplea porfirizando sin vitrificar la masa.

9.º *Verde*.—Los verdes se hacen generalmente con mezclas de amarillos y azules, obteniendo así los tonos que se desean mejor que con los verdes directos.

10. *Bistres*.—Se obtiene un bistre agradable fritando una mezcla de una parte de manganeso, dos partes de tierra de sombra y una de fundente núm. I, y porfirizando la masa resultante.

11. *Negro*.—Además de los negros que conocemos, puede obtenerse un negro muy intenso empleando: manganeso, cuatro partes; bataduras de hierro, uno; óxido gris de cobre, una; minio, seis; se porfiriza perfectamente esta mezcla y se emplea sin fusión preliminar.

Los colores ya hemos dicho que se aplican empleando como intermediario o adherente la goma o el aceite esencial. Ya se han detallado los diversos procedimientos de impresión, y sólo nos ocuparemos de un medio de reproducción de grabado llamado contra-estampilla, muy empleado en algunas fábricas por lo sencillo y expedito.

Se emplean en este procedimiento grabados en talla dulce o madera, sólo que debe ser algo más fuerte que la empleada en las imprentas.

Todos los colores vítreos pueden emplearse en esta reproducción; el que se use se porfiriza finamente con intermedio del aceite, dejándole de la consistencia de las tintas de imprenta, y con él así preparado se da tinta a la plancha, pudiendo hacerlo hasta con la palma de la mano. De antemano se calienta cola de buena calidad y bien limpia, y se vierte caliente sobre una superficie plana, obteniendo una placa de 7 milímetros de espesor cuando quede fría.

Es necesario que la disolución, al calentarla, haya sido tal, que fría quede con la consistencia del cuero; se la corta en trozos del tamaño de las planchas que se trata de reproducir. Se aplica el lado brillante de la cola sobre la plancha coloreada, y se aprieta con la mano convenientemente para que tome el color; se levanta después lentamente y se aplica contra el objeto que se quiere adornar, en donde el color se deposita en cantidad suficiente para que resulte un dibujo, que se puede después fijar al fuego. La cola conserva tinta bastante para una segunda reproducción.

Se pasa después un gran pincel mojado en agua sobre la cola para quitar los restos de la primera impresión, y se toma una segunda después de haber coloreado nuevamente la plancha, y así consecutivamente.

El mismo trozo de cola puede servir varias veces hasta que los repetidos lavados con el pincel lo hayan adelgazado demasiado, y sea su manejo difícil y expuesto a romperlo.

#### COCCIÓN DE LOS COLORES

Los hornos empleados en la cocción de los colores son de tres especies, a saber: los hornos de bizcocho

para los engobes; los de cubierta para los colores aplicados sobre bizcocho, y los de mufla para los que se aplican sobre la cubierta, después de haber sufrido los objetos dos cocciones preliminares de bizcocho y barniz. En las dos primeras clases los colores salen casi siempre bien, obteniéndose como se desean; no sucede lo mismo en la tercera, en los que la temperatura es poco elevada; la desigualdad del calor que en ellos se desarrolla da lugar a falta o exceso de cocción; por esta razón, la pintura sobre cubierta se practica relativamente poco en la loza fina.

#### PRODUCCIÓN DE LOZAS EN EUROPA

Después de haber visto desde un punto de vista general la fabricación de la loza, parécenos conveniente describir de una manera particular, los procedimientos seguidos en varias regiones.

En Inglaterra la fabricación de lozas finas de excelentes cualidades, ya desde los tiempos de Wegwood, se ha mejorado notablemente en estos últimos años, siendo una fabricación nacional en cierto modo. Las circunstancias son particularmente favorables a este país para el desarrollo de su industria, a causa de su considerable exportación, la abundancia del combustible y la calidad de varios de los productos que se consumen en ella.

En Francia se desarrolló lentamente esta industria, y aun cuando en el día posee excelentes fábricas de loza fina, no alcanza, sin embargo, esta fabricación en dicho país, tanta producción como en Inglaterra.

En el resto de Europa también hay varias fábricas que pueden llegar a llenar por la calidad y por la can-

tividad de los productos obtenidos, las necesidades locales; así Suecia, Noruega, Dinamarca, Holanda y Bélgica, fabrican ya la necesaria loza para su consumo interior; y España, con sus fabricaciones de Valencia, Cartagena, Gijón y sobre todo Sevilla, se ha emancipado casi absolutamente del mercado inglés, que era el que principalmente la abastecía de estos productos, y está en vías a su vez de surtir con los suyos otros mercados menos provistos, debiendo citarse la concesión hecha a favor de la casa Zuloaga para el restablecimiento de la antigua fábrica de loza de la Moncloa en Madrid, a cuyo efecto se señalaron terrenos en dicho sitio, y se ha establecido una escuela práctica de cerámica, en la cual se dan enseñanzas excelentes siguiendo un plan razonado, metódico, que permite esperar en el resurgimiento de las antiguas glorias que en esta industria alcanzó España.

#### FABRICACIÓN INGLESA

Las arcillas refractarias empleadas en Inglaterra para la fabricación de la fayenza fina, provienen, según Granger (1), de quien extractamos los datos que a continuación exponemos, del Dorsetshire, del país de Gales, de Escocia y del Devonshire. Las de la primera de las localidades citadas, pertenecen al terreno terciario (eoceno) y son de color gris azulado uniforme, plásticas, de tacto suave y untuoso, y no rechinan al apretarlas entre los dientes. Una vez cocidas quedan blancas, duras y compactas, sin casi adherirse a la lengua, resis-

---

(1) A. Granger, obra ya citada.

tiendo muy bien la temperatura de los hornos de bizcocho, y si la llama es oxidante resultan todavía más duras. Contienen poco hierro y la sílice libre que contienen está en su grado máximo de finura. En cambio, tienen el inconveniente de contener mucha piritita en nódulos, lo cual exige una preparación muy detenida para eliminarlos.

Las arcillas de las demás localidades citadas ofrecen condiciones análogas a las anteriores.

También el kaolín inglés procedente de los grandes yacimientos del Cornwall, quedan blancos después de calcinados. No es muy plástico, pero esto no es inconveniente, porque su objeto no es comunicar plasticidad a las pastas, sino contribuir a dar blancura a los objetos cocidos. Hay principalmente dos clases de kaolines, a saber: el *strong pottin clay*, o kaolín fuerte, y el *weak-clay* o kaolín tierno, siendo aquel más plástico que éste y el más empleado por las industrias cerámicas.

La arcilla ordinariamente empleada es azulada (*blue clay*, habiéndolas ferruginosas (*red clay*) que solo pueden aplicarse en la fabricación de productos en que no sea necesario un color absolutamente blanco. En las fórmulas inglesas también se cita a veces el *ball clay* que son arcillas blancas. Al kaolín le llaman *china blay*. La composición de esas arcillas es, aproximadamente, la siguiente:

	Blue clay.	Red clay.	China clay.
Sílice ( $\text{SiO}_2$ ).....	46,38	49,44	45,56
Alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).....	38,04	34,26	40,76
Oxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).....	1,04	7,74	»
Cal ( $\text{CaO}$ ).....	1,20	1,48	2,17
Magnesia ( $\text{MgO}$ ).....	trazas	5,14	trazas
Potasa y sosa ( $\text{K}_2\text{O}$ y $\text{Na}_2\text{O}$ )..	»	»	1,90
Agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ).....	13,44	1,94	9,61

Estas arcillas, una vez arrancadas y al contrario de lo que se acostumbra en el continente, se exponen una larga temporada a la acción de los agentes atmosféricos, y las pastas con ellas obtenidas se someten al moldeo en el mismo día en que se preparan. Procediendo de esta manera, según parece, se obtienen pastas más homogéneas, más compactas y más fáciles de trabajar y resultan productos más blancos y más resistentes.

En cuanto a la sílice se obtiene por calcinación del sílex, de la manera ya descrita.

El elemento fusible empleado en Inglaterra es, principalmente, el *cornish-stone* que suele ser más fácil de desagregar, triturar y trabajar que los feldespatos y pegmatitas; pero por la carestía que va adquiriendo, cada día es más substituído por los feldespatos.

En cuanto a la composición de las pastas, es muy variada, dependiendo de la plasticidad que quiera darse a la pasta y de la calidad de los materiales y de la manera como desee conducirse la cocción. Como ejemplo citamos las cuatro pastas siguientes:

	Núm. 1.	Núm. 2.	Núm. 3.	Núm. 4
Arcilla plástica...	26	21	19	30
Kaolín.....	26	23	30	30
Sílex.....	30	36	31	25
Cornish-stone.....	18	20	20	15
	100	100	100	100

en las cuales, según puede observarse, la cantidad de arcilla varía desde el 20 al 30 por 100.

Cuando se trata de fabricación de lozas finas de la clase llamada *porcelana opaca*, aumentan la cantidad de fundente y, a veces, introducen también una frita alcalina. He aquí la composición de las pastas empleadas en Longport para esta fabricación:

	Frita.	Núm. 5.
Kaolín.....	»	500
Sílice.....	12	100
Cornish-stone.....	»	400
Carbonato potásico.....	2	»
Minio.....	12	»
Azul de cobalto.....	1	»
Frita.....	»	7

en la cual, según puede verse, se ha suprimido la arcilla plástica, se ha disminuído el sílex y se han aumentado los elementos fusibles. En cuanto a la frita no aumenta mucho la fusibilidad, pero el color azul, debido al cobalto, contribuye a neutralizar el amarillo propio de la pasta, y resultan, por consiguiente, productos más blancos.

Las siguientes son otras pastas empleadas, más pobres en arcilla.

	Pasta llamada granito.	PASTAS llamadas tierras de hierro.	
	Núm. 6.	Núm. 7.	Núm. 8.
Arcilla plástica (Blueclay)...	12,6	»	21,5
» » (Ballclay)...	»	29	»
Kaolín.....	28,2	21	29
Sílex.....	37,9	12,5	11,5
Cornish-stone. ....	21,8	37,5	38

Cuando no es necesario obtener productos absolutamente blancos, ya hemos dicho que se recurre al *red clay* y a veces también a algunas margas, probablemente ferruginosas, como por ejemplo:

	Pasta parda.	Pasta amarilla.
Arcilla roja.....	84	»
Marga. ....	»	49
Kaolín.....	12,6	24
Sílice.....	1,7	12
Cornish-stone. ....	1,7	15

También, a veces, se trabaja con pastas muy silíceas parecidas a las de la loza fina guijarrosa o de pedernal, en cuyo caso se suprimen los fundentes, aunque la masa no deja de contener suficiente cantidad por contenerlos el kaolín empleado.

	Pasta destinada a la confección de vasos porosos.	Pasta parda debido a la presencia del red clay.
Arcilla plástica .....	37	32
» roja .....	»	59
Kaolín .....	37	23
Sílice .....	26	6

La antigua fayenza fabricada por Wegwood, conocida con el nombre de *cream colour*, imitada posteriormente en el continente con la *loza de pedernal*, estaba compuesta de los siguientes elementos:

Arcilla plástica .....	75	a	85
Sílice o arena .....	25	a	15

y la cubierta contenía

Arena cuarcífera .....	30	a	40
Carbonato sódico .....	15	a	20
Nitrato potásico .....	2	a	5
Minio .....	35	a	45

de cuyos elementos se preparaba una frita con los tres primeros y luego se le añadía el minio.

En cuanto al procedimiento de fabricación puede resumirse en lo siguiente:

La trituración se efectúa con agua, preparándose concentraciones variadas. Las barbotinas, tipo adoptado por las fábricas inglesas, contienen:

Arcilla plástica ....	26	onzas	por	pinta.
Kaolín .....	24	»	»	
Creta .....	26	»	»	
Sílice .....	32	»	»	
Cornish-stone .....	32	»	»	
Feldespató .....	32	»	»	

(1 pinta=0.56793 litros; 1 onza=31.1035 gramos).

Los hornos de llama directa que todavía existen en algunas fábricas son cilíndricos, de 4,5 metros de diámetro, terminados en una bóveda cuya clave está a unos 5 metros de la solera. Tienen 8 hogares exteriores dispuestos simétricamente, y las llamas, al salir del hogar, penetran en el horno parte por unos canales verticales y parte por un canal horizontal que las conducen al centro del horno.

Los hornos modernos no difieren mucho del modelo antiguo, habiéndolos hasta de 7 metros de diámetro, lo cual se considera como límite máximo, pues los de mayores dimensiones no han dado buenos resultados en la práctica. La altura se ha conservado igual a la del modelo primitivo.

Los hornos ingleses están protegidos por una envolvente de la forma indicada en la figura 195, aunque a veces también es cónica. Las llamas salen por los orificios  $s$  que hay en la bóveda del horno.

También se han empleado a veces los hornos Bosch, de llama invertida del continente.

La cocción dura de treinta a cuarenta horas, consumiéndose unas 10 toneladas de carbón. La cocción del esmalte, que se efectúa en hornos de dimensiones más reducidas, dura unas doce horas, y requiere unas 4 toneladas de carbón.

Finalmente, las cubiertas aplicadas en la fayenza inglesa contienen muchas veces cornish-stone en vez de feldespató empleado en el continente, y el plomo se emplea generalmente en forma de cerusa.

Para las pastas antes citadas pueden emplearse las siguientes cubiertas:

## FRITA

	PARA LA PASTA			
	Núm. 1.	Números 3 y 4.	Núm. 5.	Números 7 y 8.
Cornish-stone.....	80	90	80	25
Sílex.....	115	60	115	20
Bórax.....	140	80	140	38
Kaolín.....	25	16	25	15
Creta.....	70	40	70	18

## COMPOSICIÓN DE LA CUBIERTA

	PARA LA PASTA				
	Núm. 1.	Núms. 2 y 6.	Núms. 3 y 4	Núm. 5.	Núms. 7 y 8.
Cornish-stone.....	210	45	95	210	32
Sílex.....	45	25	»	»	32
Kaolín.....	»	15	»	»	»
Creta.....	»	»	25	»	»
Cerusa.....	135	100	140	135	57
Flint-glass.....	»	5	»	»	»
Frita.....	350	»	250	350	160

y a veces se emplean cubiertas sin plomo, como se ve en las siguientes fórmulas:

Bórax.....	90	60	30	} se calcinan antes de usarlas.
Feldespato.....	40	»	30	
Cornish-stone.....	»	36	»	
Sílice.....	38	60	15	
Flint-glass.....	36	»	»	
Kaolín.....	»	»	5	
Carbonato de barita ...	»	»	5	
Creta.....	»	»	20	

y para la última cubierta, se toma:

Frita .....	80
Kaolín .....	15
Feldespato .....	5

#### FABRICACIÓN CONTINENTAL

Ya hemos dicho que en Francia, Bélgica y algunas otras naciones próximas a Inglaterra, se elaboran a menudo las pastas para porcelana fina, por lo menos parcialmente, con primeras materias de procedencia inglesa, pues algunas de éstas no resultan, puestas en fábrica mucho más caras que las del país, y en cambio, los productos obtenidos son de mejor calidad. Con respecto al cornish-stone, cuando no es posible procurárselo a buen precio, es substituído con el feldespato y en cuanto a la sílice que forma parte de la pasta se introduce en forma de arena silícea, aunque esto no es tan recomendable como el empleo de los cantos rodados silíceos de las costas normandas que, por su pureza, son empleados preferentemente por todas las fábricas.

Las primeras cerámicas que se dedicaron a la fabricación de loza fina, producían el cailloutage y la tierra de pipa, de los cuales el primero lo hacían con alguna de las dos siguientes pastas:

Arcillas de Montereau y de Provins..	63
Cuarzo .....	27

o bien

Arcilla de Montereau .....	87
Cuarzo .....	13

y las pastas de tierra de pipa contenían además cal o bien una frita de naturaleza alcalina.

He aquí seis tipos de pastas citados por varios autores.

	PASTAS					
	Núm. 1.	Núm. 2.	Núm. 3.	Núm. 4.	Núm. 5.	Núm. 6.
Arcilla blanca de Wallendar .....	21	—	—	—	—	—
Arcilla plástica .....	—	15	60	40	65	40
Kaolín de Albsheim .....	31	—	—	—	—	—
Kaolín .....	—	10	5	30	—	15
Creta .....	17	—	10	—	—	—
Marga .....	—	25	—	—	—	—
Sílex .....	31	45	20	12	25	30
Cascote de bizcocho .....	6	5	—	—	—	—
Feldespató .....	4	—	5	18	—	—
Cornish-stone .....	—	—	—	—	10	15

En muchas fábricas se añade cal a las pastas, pero esta adición no presenta ventaja alguna, y seguramente ha de considerarse como reminiscencia de costumbres antiguas que hoy no tienen razón de ser.

En otras fábricas la pasta empleada es muy silíceas y los materiales fundentes son los introducidos exclusivamente por las partes micáceas o feldespáticas llevadas por algunas de las primeras materias empleadas, que suelen ser arcilla refractaria, kaolín de Allier o de Inglaterra, sílex y arena de Decize, que llega a contener, en ocasiones, hasta el 25 por 100 de mica, sobre las cuales es de mencionar que el kaolín de Allier es bastante ferruginoso, pero sólo cuando ha sido sometido a la temperatura del rojo adquiere un ligero color amarillento.

## COMPOSICIÓN DEL KAOLÍN DE ALLIER

Sílice.....	47,24
Alúmina. ....	36,37
Alcalis.....	1,44
Pérdida al fuego.....	7,50

Otra muestra de dicho kaolín dió:

Kaolinita.....	75
Mica.....	10
Cuarzo.....	15

La composición del kaolín de Inglaterra es:

Kaolinita.....	87
Mica.....	5
Cuarzo.....	8

Para obtener pastas convenientes, en muchas fábricas se mezclan el kaolín inglés y el francés, en proporciones variadas.

En cuanto a la composición de las cubiertas empleadas para la loza fina en las cerámicas continentales, diremos que se preparan ya con cornish-stone, ya con feldespato. En el estado siguiente se expone la composición de las cubiertas empleadas en los productos fabricados con las pastas antes citadas, correspondiéndose los números que encabezan estas columnas con los que encabezaban las del estado anterior.

Las fritas se preparaban con:

## FRITA

	PARA LAS PASTAS				
	Núm. 1.	Núm. 2.	Núm. 3.	Núm. 4.	Núms. 5 y 6.
Feldespató.....	35	16	24	25	15
Arena.....	18	29	20	»	30
Minio.....	16	»	»	20	»
Bórax.....	22	29	35	40	30
Kaolín.....	3	10	6	»	»
Carbonato potásico.....	»	»	3	»	»
Creta.....	6	15	12	20	15
Cal viva.....	»	»	»	19	»
Litargirio.....	»	»	»	19	»
Cornish-stone.....	»	»	»	»	10
	100	99	100	143	100

y con estas fritas se hacían las siguientes mezclas para las cubiertas.

## CUBIERTA

	PARA LAS PASTAS				
	Núm. 1.	Núm. 2.	Núm. 3.	Núm. 4.	Núms. 5 y 6.
Frita.....	82	58	65	62	50
Feldespató.....	10	16	11	13	25
Arena.....	»	»	11	23	»
Cerusa.....	8	26	13	»	25
	100	100	100	98	100

La cocción de la loza fina en el continente europeo, se efectúa en hornos parecidos a los ingleses antes citados. Sus dimensiones suelen ser, sin embargo, mayores, habiéndose llegado a emplear hornos de 7 metros de altura por 5 y hasta 6 metros de diámetro. Obsér-

vése también que en muchos casos se emplean hornos de dimensiones análogas para cocer la pasta y la cubierta, pero la tendencia actual es la de utilizar hornos de dimensiones más reducidas para cocer la última, y entonces se suele disponer de un horno para cocer la pasta y dos hornos para cocer la cubierta. Un horno de 150 metros cúbicos para cocer la pasta requiere dos hornos de más de 115 metros cúbicos, aproximadamente, para cocer la cubierta. Este exceso de cubicación es necesario, porque ya sabemos que las cubiertas se cuecen en estuche.

Son muy recomendables para estas cocciones los hornos continuos de tunel de que ya se ha hablado oportunamente. Sin embargo, ha de observarse que este sistema de cocción presenta algunas dificultades al aplicarlo a la de la pasta, siendo más fácil la de las cubiertas. El horno de Faugeton empleado en la Sociedad de Creil y Montereau y el horno de Sturm ya citado (página 290, tomo primero), son muy recomendables.



## CAPÍTULO IV

### GRES CERÁMICO

El gres cerámico no es otra cosa que una tierra cocida, que se distingue por los caracteres siguientes:

Su fractura no es térrea, sino vítrea o ligeramente granugienta; no se adhiere a la lengua; produce chispas con el eslabón y no es rayada por el acero, su masa es densa, sonora y compacta, de modo que no necesita cubierta para ser impermeable.

Se diferencia, por consiguiente, de los productos estudiados en los capítulos anteriores, por la impermeabilidad de su masa, y de las porcelanas que estudiaremos en el próximo, en que son productos opacos, y no translúcidos. Obsérvese, no obstante, que las propiedades citadas no han de tomarse como caracteres distintivos de una manera absoluta, porque en algunos productos intermedios se presentan de una manera algo dudosa. Por ejemplo, pueden presentarse productos de pasta de gres en que la impermeabilidad no sea completa, lo cual, por otra parte, dicho defecto puede ser causado por una cocción insuficiente que deja infinidad de poros en la masa.

El origen del gres cerámico se limita generalmente al siglo XV, pudiendo desde esa época ofrecer algún interés artístico. Según las ideas más admitidas, las comarcas alemanas son la cuna de este género cerámico, y hasta se cita a Jaquelin, de Baviera, como una de las primeras personas que se ocuparon de la confección de este artículo silíceo, que llegó a su apogeo en el

siglo XVI, en el que eran muy notables el gusto y la fabricación de los productos salidos de las fábricas de Colonia y otros puntos de Alemania; en Francia el gres ha seguido paso a paso la marcha de los demás productos cerámicos. En la industria cerámica actual se distinguen dos clases de gres cerámicos, que son los gres *comunes* y los gres *finos*, y su estructura vitrificada solo puede obtenerse con pastas que contengan elementos fusibles. Los gres comunes o *naturales* están fabricados con arcillas que ya contienen dichos elementos fusibles, y los gres finos o *compuestos* con pastas en las que se han adicionado los fundentes en la proporción conveniente.

### I.—Gres comunes.

Los gres comunes son los que más importancia tienen. Cuando se habla de gres sin añadir el calificativo de finos o compuestos, se sobreentiende que se trata de los productos de gres común. La pasta del gres común se compone de arcilla plástica sin lavar, o sea limpia a mano, separando los fragmentos gruesos de cuarzo o caliza, y se la cementa con arena cuarzosa; comúnmente la arcilla empleada se extrae de los bancos que recubren las capas de creta en los terrenos secundarios, y ha de ser de tal composición que pueda sufrir un principio de fusión.

La experiencia ha demostrado que el mejor medio para obtener buenas pastas en atención al color, a la resistencia, al choque, al rajado y a la deformación, consiste en mezclar diversas clases de arcillas plásticas; pero sólo por medio de repetidas pruebas y ensayos pueden llegarse a fijar las convenientes dosis.

Las arcillas empleadas en esta fabricación, suelen ser de dos clases:

1.º Arcilla más o menos vitrificable, que se mezcla con suficiente arena para quitarle fusibilidad, y mejor todavía con cemento de gres.

2.º Arcilla refractaria, a la que luego se hacen adiciones de otras arcillas para que resulte más fusible.

He aquí la composición de dos pastas de gres preparadas con arcilla vitrificable:

	1.ª	2.ª
Sílice.....	68	75
Alúmina.....	20	25
Cal y magnesia.....	10.5	2
Alcalis.....	3	5

conteniendo también a veces hasta un 10 por 100 de óxido de hierro.

La cantidad de álcalis no es tan grande cuando se opera por mezcla de arcillas fusibles y refractarias, pues no suele pasar de 2 por 100 de álcalis. En cambio, la cantidad de cal se encuentra siempre en proporción mayor del 6 por 100.

Finalmente, si se opera por mezcla de arcilla refractaria y fundentes, la proporción de éstos ha de variar según sea el grado de su pulverización. Una arcilla refractaria desgrasada hasta un grado a propósito, pulverizada luego y mezclada con feldespatos o pegmatita en polvo, forma una mezcla excelente. En este caso la proporción de álcalis puede llegar hasta el 6 por 100.

He aquí la composición de varias clases de arcillas empleadas en la fabricación del gres. En algunos casos se ha recurrido a las escorias del alto horno.

ARCILLAS DE HOHR (ALEMANIA), UTILIZADAS EN DICHA REGIÓN  
PARA LA FABRICACIÓN DEL GRES COMÚN

Sílice ( $\text{SiO}_2$ ).....	70.12
Alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).....	21.43
Oxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).....	0.77
Magnesia ( $\text{MgO}$ ).....	0.39
Potasa ( $\text{K}_2\text{O}$ ) y sosa ( $\text{Na}_2\text{O}$ ).....	2.62
Agua.....	4.92

ARCILLAS DEL DEVONSHIRE Y DEL DORSETSHIRE, EMPLEADAS  
PARA FABRICAR UTENSILIOS DE LABORATORIO

	Devonshire.	Dorsetshire.
Sílice.....	72,23	74,34
Alúmina .....	23,25	20,32
Óxido férrico.....	2,54	1,34
Cal .....	indicios	0,06
Magnesia y álcalis...	1,78	3,92

Se llaman escorias las sustancias vítreas que sobrenadan en la fundición del hierro en los altos hornos; proceden de todas las sustancias extrañas al hierro que contienen los minerales y de los fundentes que se agregan para facilitar la fusión; otras escorias resultan del afinado de los hierros y aceros, y tienen poco más o menos el mismo aspecto que las anteriores; se componen esencialmente de sílice y protóxido de hierro, con alguna pequeña cantidad de cal, magnesia y alúmina; las primeras suelen deber su excesiva fusibilidad a la presencia de su exceso de cal.

La siguiente tabla da los análisis, practicados por Berthier, de varias escorias empleadas en las artes cerámicas:

	Sílice.	Alú- mina.	Óxido de hierro.	Manga- neso.	Cal.	Magne- sia.
1. <sup>a</sup> . . . .	50,20	1,260	0,80	»	35,40	0,60
2. <sup>a</sup> . . . .	56,00	7,00	12,00	3,00	21,90	1,00
3. <sup>a</sup> . . . .	29,50	8,00	59,00	3,00	0,50	»

Con las escorias pueden obtenerse pastas de composición variada.

	1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>
Sílice . . . . .	51	55
Alúmina . . . . .	19	22
Cal . . . . .	22	25

y también podrían emplearse arcillas margosas, margas y calizas, pero el resultado no es tan satisfactorio como con las escorias.

Las arcillas empleadas en la fabricación del gres ordinario no se lavan, porque esta operación saldría muy costosa; después de haberlas escogido y haber quitado las partes extrañas, como antes hemos dicho, se cortan, y los trozos húmedos y amasados se mezclan en las tinajas con la arena necesaria. Cuando la arcilla no contiene hierro o es muy poco ferruginosa, se obtiene el gres blanco o de color muy claro, y cuando es muy ferruginosa se llegan a obtener productos de color rojo muy pronunciado. Entre ambos extremos, pueden encontrarse gres de todas las coloraciones. Verdad es que en la intensidad de estas coloraciones influye mucho la clase de fuego a que se haga la cocción, pues se comprende fácilmente que si se opera con fuego reductor se obtendrán productos menos coloreados.

La masa bien incorporada, ya sea pisándola los operarios, ya mediante malaxadores, forma una pasta muy plástica que se manipula por moldeado o al torno; la mayor parte de las piezas, como son las vasijas para manteca, las botellas y terrinas para ginebra y otras varias, se hacen sobre el torno; las bombonas, retortas, etcétera, se obtienen por moldeado.

Los objetos secos al aire y a veces incluso por exposición a la acción directa de los rayos solares, se cuecen en hornos, que describiremos después, a una temperatura bastante elevada; la carga de estos hornos se hace en capilla, y pueden ser intermitentes si se trata de fábricas pequeñas, o en hornos continuos en las montañas para gran producción.

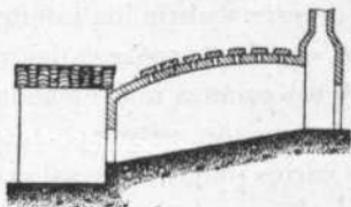


Figura 191.—Horno para la cocción del gres.

La calefacción por gas es la más propia, así como la más fácil de regular. La figura 191 representa uno de los hornos empleados en el Beauvais, centro muy importante de fabricación de gres común. Se compone de una especie de tunel corto, con la solera inclinada. En la parte baja, que es la anterior, hay una puerta para la carga de la leña que sirve de combustible y en la parte alta hay la chimenea. En la bóveda hay numerosos orificios que están tapados durante la cocción, los cuales se abren para echar la sal cuando es llegado el momento de hacer esta operación que luego se describe.

La cocción dura aproximadamente una semana cuando el horno tiene 12 metros de largo por 2,50 metros de ancho y 3 metros de alto.

En el Høhr (Alemania) los hornos son horizontales y de pequeñas dimensiones.

El grado de cocción del gres se estima por el estado en que se encuentran algunos objetos de gres que se han introducido en el horno para guía, los cuales se retiran del horno por medio de una barra de hierro por miras o aberturas que permanecen cerradas durante la cocción.

El gres se cuece con la leña o con la hulla, pero el último fuego hay que darlo siempre con leña, cuando se quieren cubrir los objetos con un lustre silíceo alcalino, que se produce del modo siguiente: cuando los objetos están a una elevada temperatura, hacia el final de la cocción, se proyectan en el horno y en los hogares varios puñados de sal marina húmeda. Esta sal, como es sabido, se volatiliza a una temperatura superior a los 800 grados y no se disocia hasta los 1200 grados; su vapor, en presencia del agua, se descompone, y al hallarse en contacto de los objetos arcillosos forma ácido clorhídrico que se desprende, y la superficie de dichos objetos se recubren de un silicato de sosa que con el silicato de alúmina forma un silicato múltiple alcalino muy fusible, que constituye el barniz que cubre la superficie de las piezas.

La sal impura y especialmente la llamada de Terra-nova que ya ha servido para la salazón del pescado, parece ser la más indicada para esta clase de trabajos.

La introducción de la sal en el horno produce un descenso muy marcado de temperatura, por lo cual su adición ha de hacerse por pequeñas porciones de 1 a 2 kilogramos, espaciadas de media en media hora. También ha de advertirse que durante estas adiciones el

tiro no ha de ser demasiado enérgico ni la atmósfera del horno demasiado reductriz.

Ya sabemos que las tierras de gres cocidas son impermeables y no permiten el paso a los líquidos que contienen, y ya hemos dicho también que la permeabilidad aparente que a veces presentan algunos objetos de esta clase, es debida a cavidades o alveolos y hendiduras causadas por las pastas cuya preparación, según se ha visto, no es muy delicada; para evitar este inconveniente es para lo que se da el baño antes dicho.

Algunas veces los gres se bañan introduciéndolos en agua que contiene en suspensión ocre amarillo, obteniendo, según la cualidad de éste y la intensidad del fuego, una cubierta de un amarillo pardo más o menos bronceado.

Se pueden fabricar piezas de gres sólidas y de gran tamaño, pero tienen el inconveniente de resistir mal la acción del calor, y la temperatura elevada que exigen para su cocción aumenta considerablemente su precio.

*Baños con las escorias del hierro.*—En Francia se han fabricado durante mucho tiempo gres comunes de excelente calidad, recubiertos de una capa vítrea obtenida por las escorias pulverizadas y aplicadas por el sistema de inmersión.

Los gres de Brunslau y Mersebourg, en Alemania, reciben un baño formado de las escorias de los altos hornos, que es muy estimado.

#### GRES COMÚN FELDESPÁTICO

Existe en Quimper (Francia) una fábrica de gres común que da productos de este género; la cubierta no tiene plomo, y se aplica sobre los objetos hechos con

una arcilla muy plástica que se encuentra en las ribe-  
ras inmediatas; la cubierta se hace fundiendo:

Arena fusible.....	620
Carbonato de sosa .....	200
Kaolín lavado .....	80
Creta.....	80
Bórax .....	20
	<hr/>
	1,000

La arena, el carbonato de sosa y el bórax, se funden en un horno, y cuando están fríos, se muelen juntamente con el kaolín y la creta en un molino de mano.

#### CACHARRERÍA DE GRES PARA USO DOMÉSTICO E INDUSTRIAL

Las vasijas de gres resisten muy mal las variaciones de temperatura, por lo que no son productos recomendables para la cacharrería destinada a usos culinarios. En cambio, por su impermeabilidad casi completa y por su resistencia a la acción corrosiva de los ácidos, el gres es muy empleado en la fabricación de bombonas para ácidos y de utensilios de laboratorio.

Una buena composición para las pastas de gres resistente a los ácidos es la que sigue:

Arcilla grasa.....	6
Arcilla magra .....	11
Arena blanca fina.....	3
Pechstein molido.....	1,5
Feldespató.....	0,5

y para el gres fino destinado a vasijas para productos químicos es de recomendar la siguiente:

Arcilla grasa .....	6
Cuarzo calcinado finamente molido...	2,5
Pechstein finamente molido.....	1,75
Feldespató.....	0,5

Estos objetos requieren una cocción a temperatura muy elevada (de 1250 a 1300 grados).

#### PRODUCTOS DE GRES PARA HIGIENE Y LIMPIEZA

Para la fabricación de los objetos de gres destinados a usos de limpieza e higiene personal, como son bañeras, lavabos, cubetas, etc., la arcilla se tritura y mezcla con la cantidad necesaria de agua para formar una masa suave y luego es moldeada a mano con moldes de yeso. Después de sacados del molde los objetos moldeados son afinados con instrumentos de madera y acero, corrigiendo los defectos con barbotina y luego se dejan secar. Una vez secos se someten a la cocción, y después se les aplica el barniz como se dirá más adelante, aunque hay fabricantes ingleses que prefieren aplicar éste antes de la cocción. Uno y otro procedimiento presentan sus ventajas.

Cuando se desean objetos de aspecto completamente blanco se les da sobre la pasta un engobe blanco y luego se les aplica la cubierta.

En el continente, más que objetos de gres, se prefieren para este uso los de loza fina con cubierta blanca.

#### TUBOS DE GRES

Antiguamente se hacían los tubos de gres al torno; en la actualidad se hacen por medio de la prensa. Consiste ésta en una caja cilíndrica *b* (figura 192) de fundición, en la que se coloca la pasta convenientemente preparada; la parte inferior de esta caja se reúne con un cilindro que debe formar la parte exterior del tubo *a a* por una parte cónica, en la que se encuentra fijo un cuchillo transversal *e'* de láminas dentadas, que sopor-

ta el macizo o alma del molde *n*, que da lugar a la formación del interior del tubo. La caja está a veces unida a un carretoncillo que lleva varias iguales, que se colocan sucesivamente llenas de arcilla, conforme van siendo necesarias, sobre la parte cónica antes citada.

Un pistón metálico macizo *d*, movido por un tornillo *v*, sirve para empujar la pasta, que cortada primero

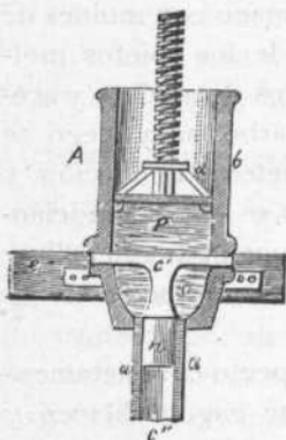


Figura 192.—Máquina para moldear los tubos de gres.

en dos partes por el cuchillo *c'* de láminas dentadas, es comprimida después en la parte cónica, y forzada a reunirse para pasar entre el macizo *n* y el cilindro envolvente *a a*, formando un tubo cilíndrico susceptible de recibir una longitud determinada; a veces, para disminuir el frotamiento y poder emplear un pistón que corra fácilmente en la caja, se coloca en ésta en el contorno sobre la arcilla y debajo del pistón, cuando éste está alzado, un anillo de cáñamo poco retorcido. Se reciben los tubos obtenidos en una canal de madera semicilíndrica, bastante inclinada para que el cilindro avance sin frotamiento por su propio peso; se da generalmente a estos tubos de 1,50 a 2 metros de longitud.

La cocción de estos tubos se practica en hornos semejantes al representado en la figura 99 del tomo primero en los que se colocan verticalmente en varias tongadas sobre varios pisos; se les aumenta la impermeabilidad por medio de un barniz plomizo.

Para obtener estos mismos tubos podría emplearse la máquina de obtención de tubos de saneamiento de Clayton, o cualquier otra de las que ya hemos hablado al ocuparnos de los productos ordinarios.

Durante la cocción de los tubos también es frecuente efectuar el tratamiento con la sal antes descrito, el cual fué practicado por primera vez en Inglaterra en 1690 por los hermanos Flers.

La fabricación en grande escala de los productos de gres se dedica no solo a la obtención de piezas de pequeñas dimensiones, sino también a la de grandes objetos que por falta de elementos no pueden obtenerse en los talleres cerámicos de carácter local. Además todas las operaciones suelen hacerse con perfección mayor, aplicándose a cada caso el moldeado conveniente y en general una cocción conducida en mejores condiciones. En estas grandes cerámicas es en donde se fabrican objetos tan delicados como los grifos de gres y las bombas para ácidos, que requieren un ajuste perfecto en todas sus piezas, y los tubos de gran diámetro, los tubos bifurcados, bombonas con dos o más golletes, etcétera, no menos difíciles de fabricar.

La cocción de estos productos se efectúa en hornos de llama invertida con hogares alanderos alimentados con carbón, capaces de lograr una temperatura de 1350 grados, bien uniforme en todo el recinto del horno. Algunos de estos hornos cubican 150 metros cúbicos y la cocción dura varios días.

Los hogares están en dos series, una a cada lado del horno, y entre cada dos hogares hay una chimenea de tiro. La figura 193 representa la sección transversal de uno de estos hornos, viéndose en él uno de los ho-

gares y la chimenea que le corresponde en el lateral opuesto.

También se emplea el horno ideado por Seidel (figu-

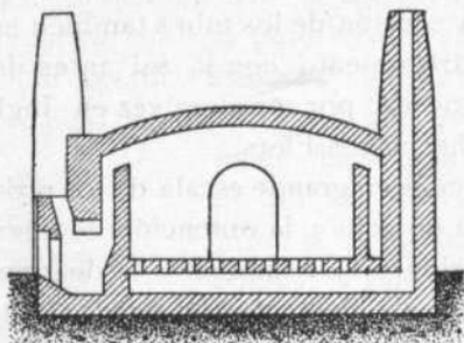


Figura 193.—Horno de llama invertida para la cocción del gres.

ra 194) para la cocción del gres cerámico barnizado, el cual consiste en un hogar *h* desde el cual las llamas pasan a un conducto alojado debajo del laboratorio del

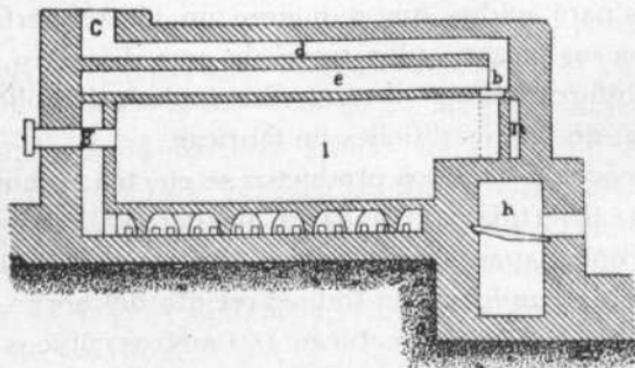


Figura 194.—Horno de Seidel para la cocción del gres.

horno y desde este conducto, por unas aberturas laterales, pasan a los huecos *n* que rodean el laboratorio *l*; pasan luego al espacio *e* que hay encima del laboratorio y desde éste por *d* a la chimenea *C*, o bien desde *e* direc-

tamente a la chimenea, sin pasar por el conducto *d* cuando la chimenea se pone en comunicación directa con el conducto *e*. En *g* hay una mirilla para observar la carga del horno durante la operación y en *b* una abertura por donde se desprenden hacia la chimenea los vapores producidos en el laboratorio.

## II.—Gres cerámicos finos.

La pasta de los gres finos inventados en Inglaterra difiere mucho de la de los gres ordinarios o comunes, y se asemeja en cambio a la de las fayenzas feldespáticas, si bien ha de entrar en ella menos sílex y más pegmatita. También son muy análogos a las porcelanas fosfatadas, habiendo gres blanco fino que solo difiere exteriormente de la porcelana en la falta de transparencia. Los materiales que entran en su composición, se reducen por el porfirizado al grado de finura necesario; las pastas se tamizan, lo cual equivale al lavado de las arcillas, se amasan y se baten, y además se laminan, sometiéndolas en una era de piedra lisa al paso sobre ellas de un pesado cilindro de hierro fundido; el precio bastante alto de estos productos permite esmerarse en la preparación y manipulación de sus pastas, de las cuales damos en el siguiente estado cuatro composiciones:

	1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>	3. <sup>a</sup>	4. <sup>a</sup>	5. <sup>a</sup>
Arcilla azul (arcilla plástica).....	10	25	29	45	29
Kaolín.....	15	12,5	14	15	—
Sílex.....	20	12,5	—	—	—
Pegmatita (cornish-stone).....	55	50	57	40	71

A continuación, ponemos la composición más detallada de otras pastas de gres cerámicos finos analizados por Salvetat, las cuales, según puede verse, se componen de sílice, alúmina, óxido de hierro, cal, magnesia y álcalis, en las siguientes proporciones:

## PRODUCTOS LUSTRADOS

	1	2	3	4	5
	Vauxall	Helsinborg.	Fre-chen.	Voisin-lieu.	Saint-Amand.
Sílice.....	74,00	74,60	64,01	74,30	75,00
Alúmina.....	22,04	19,00	24,50	19,50	22,10
Óxido de hierro.....	2,00	4,25	8,50	3,90	1,00
Cal.....	0,60	0,62	0,56	0,50	0,25
Magnesia.....	0,17	indic.	0,92	0,80	indic.
Alcalis.....	1,06	1,30	1,42	0,50	0,84

## PRODUCTOS MATES

	6	7	8	9	10
	Saveignies.	China.	Japón.	Balti-more.	Wedg-wood.
Sílice.....	65,80	62,00	62,04	67,40	66,49
Alúmina.....	27,64	22,00	20,30	20,00	26,00
Oxido de hierro.....	4,25	14,00	13,58	2,00	6,12
Cal.....	1,12	0,50	1,08	0,60	1,04
Magnesia.....	0,64	indic.	indic.	—	0,15
Alcalis.....	0,24	1,00	indic.	0,60	0,20

Los caracteres exteriores de estos diversos gres son los siguientes:

1.º Gres de Vauxall; pasta blanca, fina, bien torneada, superficie porosa, barniz de sal marina.

2.º Gres de Helsinborg; pasta gris ordinaria y mal torneada, barnizado con sal marina.

3.º Gres de Frechen; pasta parda, obscura, fina, bien torneada, con cubierta térrea.

4.º Gres de Voisinlieu, fábrica de Ziegler; pasta blanca, fina, bien trabajada, barniz de sal marina.

5.º Gres de Saint-Amand; pasta común de cubierta térrea, barniz salino.

6.º Gres de Saveignies; pasta parda clara, ordinaria, muy sonora.

7.º Gres de la China; pasta muy fina, bien trabajada y coloreada en rojo-pardo.

8.º Gres del Japón; pasta de la misma apariencia que la de la China.

9.º Gres de Baltimore, pasta blanca muy fina.

10. Gres de Wedgwood; pasta amarillenta muy fina, muy sonora y bien torneada.

Para comprobar el valor de los datos producidos por el análisis y experimentar la influencia de la temperatura sobre la fusibilidad de un compuesto de esta especie, Salvetat sometió a la temperatura de los hornos de porcelana en Sèvres fragmentos de los gres analizados, y en su mayor parte sufrieron esta temperatura sin alterarse.

Sin embargo, los números 7 y 8 de la China y el Japón se ablandaron y aglutinaron muy pronto, y el gres núm. 3, de Frechen, se ablandó un poco.

La intensidad de coloración que adquirieron estos diversos ejemplares, se mantuvo proporcional a la cantidad de hierro que para cada uno indicó el análisis.

Los precedentes resultados obtenidos sobre objetos venidos de tan distintas procedencias, manifiestan bien claro que, relativamente a la cantidad de sílice, los gres cerámicos pueden dividirse en dos clases: la una más

silíceo, conteniendo hasta 0'75 de ácido silícico, y la otra menos, en la cual éste sólo se eleva hasta 0'66; el resto de los elementos en los dos grupos se compone de los mismos cuerpos, dominando siempre el elemento alúmina.

La fusibilidad del compuesto, y, por lo tanto, la temperatura a la que conviene elevar los objetos para cocerlos sin deformarlos, depende de las proporciones de la mezcla.

La composición de la pasta parece, por lo demás, íntimamente ligada con la naturaleza del barniz de que está cubierta. Observando el cuadro precedente que contiene los gres mates, se ve inmediatamente que éstos deben clasificarse todos en la segunda división que acabamos de hacer, mientras que los primeros o lustrados deben pertenecer a la primera, exceptuando el gres de Frechen recubierto de baño térreo; los gres números 1, 2 y 4, que sólo han recibido un baño salino, contienen 75 por 100 de sílice.

Se pueden hacer, por lo tanto, de todo lo dicho, las siguientes deducciones:

1.<sup>a</sup> Los gres cerámicos pueden dividirse de un modo general en dos grupos, con relación a la cantidad de sílice que contienen, según lleguen a 75 o no pasen de 65 por 100 de esta materia.

2.<sup>a</sup> Los gres mates contienen generalmente menos sílice que los barnizados.

3.<sup>a</sup> El baño por la sal marina parece exigir un exceso de ácido silícico; los demás se aplican indistintamente sobre todas las pastas, sea la que quiera su riqueza silícica.

4.<sup>a</sup> El baño aplicado sobre el gres apenas aumenta

la cantidad de álcali contenido en la pasta; estos álcalis son introducidos en los gres por las arcillas que los contienen en proporción variable.

A continuación vamos a dar la composición industrial de varias clases de pastas cerámicas empleadas con buenos resultados.

#### I.º—PASTA DE GRES BLANCO

Arcilla plástica blanca.....	25
Kaolín arcilloso.....	25
Feldespató.....	50
	<hr/>
	100

#### 2.º—PASTA DE GRES BLANCO (*Arnaud*)

Arcilla blanca de Montereau.....	50
Kaolín lavado de Limoges.....	25
Feldespató de Noruega.....	25
Creta de Meudon.....	8

#### 3.º—PASTA DE GRES QUE PUEDE RECIBIR VARIAS COLORACIONES

Kaolín.....	14
Arcilla plástica.....	14
Sílex.....	15
Pegmatita alterada.....	27
Sulfato de cal.....	21
Sulfato de barita.....	9
	<hr/>
	100

#### 4.º—PASTA DE GRES NEGRO

Kaolín.....	2
Arcilla plástica.....	48
Ocre calcinado.....	43
Manganeso.....	7
	<hr/>
	100

5.º—PASTA DE GRES AGRISADO (*Arnaud*)

Arcilla de Montereau (tierra de loza).	50
Pasta de porcelana usada en Limoges.	25
Tierra de engobe, de Bresse.....	30
Arena de Decize, próxima a Nevers..	50

## MOLDEADO Y COCCIÓN

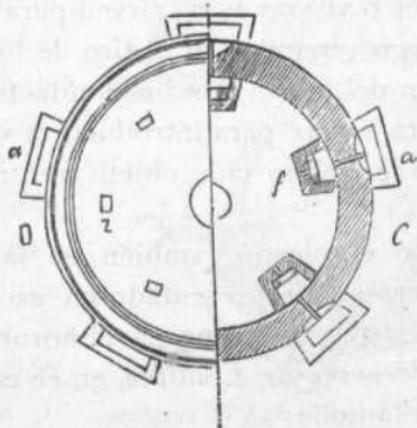
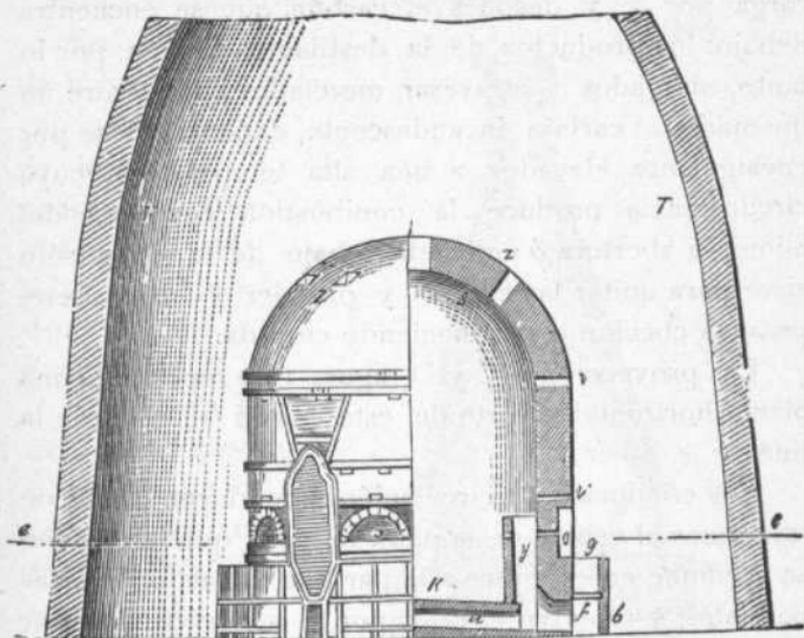
La fabricación del gres fino no presenta diferencias notables con la de la loza fina. La diferencia solo está en la pasta.

La mayor parte de las piezas se trabajan con mucho cuidado, bosquejadas sobre el torno y torneadas después en el torno horizontal; las piezas de guarnecido se moldean en moldes de tierra cocida; la reunión de partes presenta toda la solidez que se desea, a consecuencia del principio de vitrificación que reúne las moléculas en contacto.

La cocción se practica en hornos cilíndricos verticales, semejantes a los empleados en la cocción de la loza fina, aunque de menores dimensiones, a causa de la más alta temperatura que debe producirse en ellos, la cual es de 100 a 120 grados del pirómetro de Wedgwood, e incluso puede cocerse en una misma hornada fayenza y gres, buscando en los hornos empleados en la cocción de loza los sitios más calientes para cocer el gres. Estos hornos, de los que damos las secciones y proyecciones horizontal y vertical, tienen la forma de una torre redonda, cubierta de una bóveda esférica colocada dentro de una gran caperuza o chimenea central T T (figura 195).

Las piezas que se han de cocer, se colocan dentro de la torre D, que comunica con el exterior con siete

hogares *a, a*. El combustible, que consiste en leña par-



Figuras 195 y 196.—Horno para la cocción del gres.

tida en pedazos menudos, se coloca en la rejilla *f*. El aire, introduciéndose en el horno de alto abajo, antes

de llegar a la rejilla, atraviesa primero la leña que se carga por *g*, y después el carbón que se encuentra debajo; los productos de la destilación se ven, por lo tanto, obligados a atravesar mezclados con el aire no quemado, el carbón incandescente, encontrándose por consiguiente elevados a una alta temperatura, cuya circunstancia produce la combustión completa del humo; la abertura *b* colocada debajo de la rejilla, sólo sirve para quitar las cenizas y prender el fuego al empezar la cocción, permaneciendo cerrada.

Las proyecciones C y D (figura 196) representa una planta horizontal y corte de este horno al nivel de la línea *e, e*.

Los conductos de circulación *u* conducen parte de las llamas al centro de la plaza K, para que el caldeo se verifique en el centro a la par que en las chimeneas parciales, y reparten el calor por la superficie interior de los muros *s*.

Los canales o viseras *v, v'*, sirven para examinar el estado del fuego y regularizar el tiro de los hogares, y los gases salen del horno por los conductos *z, z*.

La abertura *o* sirve para introducir a voluntad aire fresco en los hogares, con objeto de regularizar el tiro.

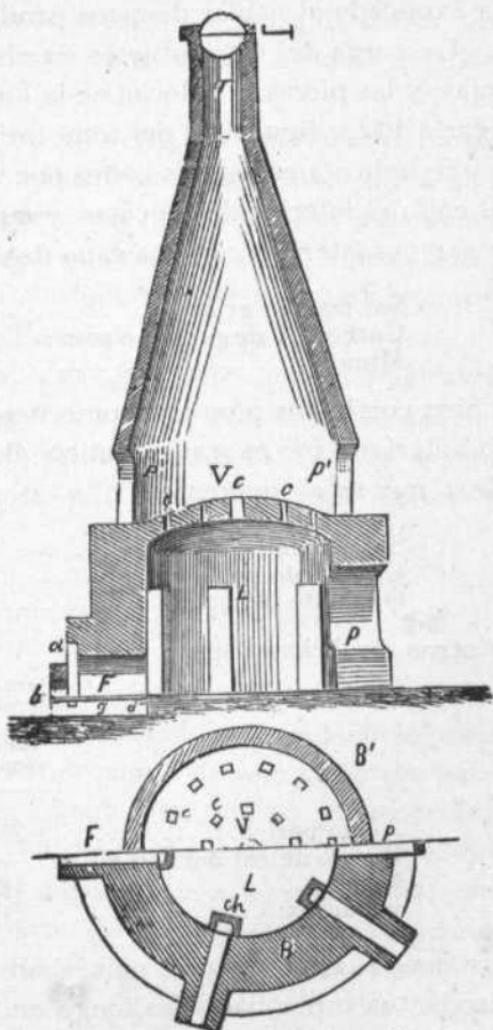
Otro horno empleado también en la cocción de gres y loza fina es el representado en sección vertical en las figuras 197 y 198, que es el horno llamado de Lanvetk, usado cerca de Londres, en el cual se cuece por medio de la hulla.

El laboratorio L se caldea por cinco hogares F, provistos todos de sus bocas *a* para verificar la carga, y *b* para arreglar el combustible, de su rejilla *g* y de su ce-

nicero *d*, y chimenea particular *ch*, como ya hemos descrito al ocuparnos de los hogares.

En la bóveda *V* hay varios conductos *c*, *c*, de los que el central es el mayor para dar salida a los productos de la combustión.

La puerta *P* del laboratorio y las *p* *p'* de la cubierta, se cierran después de verificada la carga, para que el tiro de alimentación se establezca por la chimenea central *T*; en el espacio *v*, sobre la bóveda, se cargan objetos que deban sufrir la primera cocción en las lozas finas.



Figuras 197 y 198. — Horno de Lanvetk para la cocción de la loza fina y del gres.

Se cuece con leña o con hulla, durando la cocción de cincuenta a sesenta horas. Cuando se quiere barnizar

con la sal marina, es necesario, como en el gres común, dar la última calda con leña, procediendo como ya se ha explicado al hablar de estos productos.

La carga de estos objetos en el horno se hace en cajas, y las piezas se colocan en la forma indicada en las figuras 102 y siguientes del tomo primero.

Se aplica a estos gres baños por volatilización, recubriendo el interior de las cajas, y mejor dicho el fondo y paredes laterales con una capa de 2 a 3 milímetros de

Sal marina gris.....	65
Carbonato de potasa o sosa.....	30
Minio.....	5

o bien con baños plomizos como después explicaremos. El anterior baño es casi idéntico al recomendado por Kerl, que es el siguiente:

Sal marina.....	67
Carbonato potásico.....	28
Óxido de plomo.....	5

y otros de Arnaud son:

	Para la tempera- tura del cono núm. 9.	Para tem- peraturas inferiores al cono núm. 9.
Acido bórico.....	25	10
Borato de cal del Brasil.....	—	80
Minio.....	10	10
Feldespató.....	50	10

las cuales se preparan pulverizando finamente esos productos y mezclándoles luego un mucílago de *fucus cripus* para que constituya una cola que adhiera bien.

Cuanto más ácido bórico contengan estas dos últimas cubiertas, tanto más brillante y consistente es el barnizado.

Cuando las cubiertas son de naturaleza feldespática o formadas por mezclas de fritas o cualquiera otra sustancia, se aplican por inmersión, después de haber hecho la pasta absorbente por medio de una cocción preliminar.

Los objetos de gres cubiertos de un baño plomizo, del que hablaremos más adelante, son susceptibles de ser adornados de colores y decorados profusamente con lustres metálicos, pudiéndose citar en esta clase, como de rara belleza, los que proceden de la fábrica de Voisinlieu, cerca de Beauvais, fundada por Ziegler.

La cocción en cajas del gres con sus cubiertas exige mucho cuidado; es preciso aislar los objetos unos de otros para que no se peguen, y para esto se los separa por piezas y se los aísla por los puntos más ocultos y menos numerosos.

#### BARNICES PARA GRES

Salvetat, ha practicado interesantes ensayos relativos a las coloraciones de los gres que prueban la posibilidad de producir sobre pastas de esta clase que pueden trabajarse con facilidad, cosa que no permiten las pastas de porcelana, un decorado análogo al empleado en los efectos de esta última clase. Varias arcillas cementadas con una parte de ellas mismas fuertemente cocidas, han producido pastas de gres cuya coloración estaba en relación de la cantidad de óxido de hierro que contenían, recibiendo después, sin contracciones ni agrietamientos, los barnices plomizos empleados industrialmente en las porcelanas francesas. Estas pastas se hicieron con las dos proporciones siguientes:

Arcilla cruda.....	40	60
Arcilla cocida (cemento).....	60	40

El barniz plumizo, con el que se pueden cubrir los objetos hechos con la pasta cuya composición antecede, se prepara fundiendo y pulverizando después la masa en las siguientes proporciones y cuerpos:

Arena.....	41,00
Minio.....	41,00
Carbonato de potasa.....	17,90
Acido arsenioso.....	0,08
Oxido de manganeso.....	0,02
	100

Cuando la arcilla está poco coloreada, la pasta resulta bastante blanca, y los colores que se aplican en el decorado y pintura de los objetos pueden ser los mismos que se emplean en la porcelana. Así la pasta de gres blanco de Arnaud citada antes, es susceptible de ser coloreada por la adición de diferentes óxidos metálicos, que deben incorporarse a la masa líquida finamente pulverizados.

Color azul.....	2 por 100 carbonato de cobalto.
— verde .....	1 por 100 de óxido cromo.
— rojo. ....	8 por 100 de pink.
— amarillo.....	4 por 100 de rutilo.
— verde de agua clara.....	8 por 100 de sulfato de cobre.

pudiéndose variar los anteriores matices mediante adiciones de determinadas sales. Así el color azul se varía con adición de carbonato de manganeso o cobre; con el azul y el rojo se hacen violetas; con el cobalto y el cromo se obtienen todos verdes azulados; el cobre y el cobalto dan el verde gris, etc.

*Barniz de estaño.*—Algunos gres cerámicos de la China y el Japón, ofrecen el ejemplo de cubiertas opacas en las que entra el óxido de estaño, y las cuales tienen composiciones semejantes a las indicadas anteriormente, si bien en general no se emplean en la actual fabricación.

*Barniz borácico.*—En Inglaterra, en donde la fabricación del gres goza una gran perfección, se usa la adición del bórax en la composición de los baños, logrando por este medio dotar a los objetos de una resistencia de que carecían, sobre todo los destinados a ciertos usos.

Fundiendo y pulverizando las materias siguientes:

Feldespató .....	40
Arena cuarzosa.....	20
Minio .....	20
Carbonato de potasa.....	5
Bórax calcinado.....	15
	<hr/>
	100

se obtiene un barniz, que, aplicado por inmersión, produce un hermoso baño.

#### GRES DE PASTA FELDESPÁTICA

La introducción del feldespató en la pasta del gres ha sido para los fabricantes causa de una notable economía en el combustible y en el porfirizado, porque la temperatura no es necesario que sea tan elevada y el molido del feldespató es menos costoso que el del cemento a que reemplaza este cuerpo como elemento antiplástico; la adición del kaolín para disminuir la cantidad de arcilla plástica, ha dado más finura a la pasta,

más blanca, y la hace menos deformable en la desecación.

Se encuentran gran número de kaolines impuros, o lo que es lo mismo, mezclados con óxido de hierro, en tal cantidad, que no pueda servir para la fabricación de las porcelanas; quedan también como residuo de los kaolines, arenas fusibles que tienen excelente empleo, y que producen gres de excelente calidad. Es necesario, sin embargo, tener en cuenta la plasticidad de la arcilla que se ha de emplear para obtener un buen punto de trabajo en la pasta, y hay también que fijar la temperatura a la que se puede cocer, con objeto de no introducir en la pasta sino los fundentes y elementos necesarios.

Por esta razón, una pasta compuesta, porejemplo, de

Arena de kaolín guijarroso .....	66
Arcilla plástica infusible .....	33

produciría una pasta demasiado fusible si las piezas se ponían a cocer en un horno de porcelana, y cocidas en un horno de loza fina, darían unos efectos de excelentes cualidades.

Los gres feldespáticos pueden recibir, por el sólo hecho de la temperatura a que se les somete, una especie de lustre que parece indicar la presencia de un baño o cubierta; en muchas circunstancias el baño se aplica efectivamente compuesto de diversas materias, que vamos a reseñar.

*Baños silíceo-alcálinos.*—Pueden servir de tipo a esta clase de objetos tan conocidos, las piezas de gres con baño de sal marina, aun tratándose de algunos objetos de arte, los cuales no reciben por este procedi-

miento más que una capa cristalina excesivamente delgada, que no empasta las piezas adornadas con esculturas y relieves, aunque no siempre se presenta repartida con igualdad.

Basta para obtener este baño, como ya antes hemos detallado, proyectar sal marina en los hornos cuando está terminando la cocción, y tapar las entradas del aire, con lo que se llenan aquellas de una atmósfera de sal marina que se descompone en contacto de la sílice de las pastas.

*Baño plomizo.*—Se pueden también barnizar los gres finos con el óxido de plomo por volatilización como se hace con la sal marina; para esto, se cargan los objetos en cajas que se cubren interiormente de carbonato de potasa y óxido de plomo, sea al estado de albayalde, sea al de minio o litargirio; se puede también, y es el método más generalmente adoptado, fundir una especie de cristal de estos componentes, y reducido en polvo, aplicarle por inmersión sobre la pieza, agregando a veces sulfato de barita en este baño como elemento fusible.

En la fábrica de gres de Kéramis, en Bélgica, una de las mejor montadas que existen, se prepara un baño tostado en crisoles de vidriero la siguiente mezcla, que carece por completo de bórax:

Kaolín sin lavar .....	10
Arena silícea .....	30
Feldespató de Bayona .....	15
Carbonato de cal. ....	15
Carbonato de sosa .....	30
	100

Esta frita o calcina se muele y se funde con las sustancias siguientes:

Frita.....	100
Albayalde. ....	35
Feldespato de Bayona..	50

El resultado de la fusión se porfiriza y se pone en estado de papilla, a la cual se le añade para darle un tinte azulado que el comercio prefiere a la coloración amarillenta de la pasta, una pequeña cantidad de frita azulada por el óxido de cobalto.

*Baños estañíferos.*—En algunos gres chinos ha encontrado Salvetat baños compuestos de óxido de estaño que los hacía opacos; el aspecto de estos gres, que se parecía mucho al de la porcelana dura, permite creer que su pasta es feldespática y que existe muy poca diferencia entre estos productos y las verdaderas porcelanas, causada solamente por la impureza de los kaolines cargados de óxido de hierro, el cual, no habiéndose disuelto, permanecía interpuesto entre la masa, quitando a la pasta la transparencia característica de las porcelanas. Estas hipótesis se encuentran confirmadas por el análisis hecho de algunas pastas por Salvetat, las cuales contienen 3'50 por 100 de potasa o sosa, y pueden considerarse como el paso natural entre las pastas de gres cerámico y las de porcelana propiamente dicha.

*Baño borácico.*—Los gres duros de pasta feldespática reciben con facilidad los baños de pasta borácica, pudiendo citar como modelos en esta clase los gres belgas y los gres finos ingleses que se fabrican en gran escala. La composición de barniz plomizo que se emplea en la fábrica de Kéramis, puede ser modificada por la adición del bórax, reemplazando las 30 partes de carbonato de sosa por igual peso de borato de sosa cristalizado; tos-

tando y moliendo la frita resultante, puede entrar en los baños con la composición antes citada para el barniz borácico de los gres cerámicos.

#### BAÑO ALCALINO-TÉRREO

Salvetat ha practicado en Sèvres numerosos ensayos para cocer gres finos de pasta feldespática cubiertos de baños alcalino-térreos, habiendo logrado, cuando estos gres cocían a la temperatura de los fuegos de porcelana, servirse de las cubiertas ordinarias empleadas en las porcelanas feldespáticas. Cuando los objetos cuecen a temperaturas más bajas, es necesario agregar a las cubiertas citadas cierta cantidad de carbonato de cal, variable con la fusibilidad de las pastas, pudiendo, por ejemplo, añadir 10, 15 y 20 por 100 de carbonato a la pegmatita pulverizada, obteniéndose de este modo gres de muy buena calidad.

Otra cubierta de esta clase es la siguiente, indicada por Kerl:

Feldespato.....	17
Arena silícea.....	7
Sulfato bárico.....	25
Vidrio molido.....	51
	<hr/>
	100

casi idéntica a la siguiente:

Feldespato.....	15
Arena.....	10
Sulfato bárico.....	25
Cristal machacado.....	50
	<hr/>
	100

Si se quiere emplear la pegmatita, podría tomarse:

Cristal machacado .....	45
Pegmatita .....	25
Sulfato de barita .....	25
Sulfato de cal .....	5

---

 100

cuya composición da resultados semejantes a los anteriores.

### III.—Gres para la construcción.

El gres es, indudablemente, muy superior a los barro cocidos, para ser empleado en la construcción, por su mayor dureza y por su mayor resistencia en los agentes atmosféricos, y decorado convenientemente produce efectos ornamentales muy apreciables.

La pasta de esta clase de cerámica contiene generalmente una proporción que no suele bajar del 3 por 100 de álcalis y álcalis térreos. He aquí la composición de las primeras materias empleadas en la fábrica de Sevres para esta clase de gres.

	Arcilla de Saint-Amand.	Arcilla de Randonnal.	Arena de Decize.
Sílice .....	64,17	67,83	85,35
Alúmina .....	20,56	20,46	9,06
Oxido férrico.....	1,01	0,95	—
Oxido de titanio.....	0,82	1,80	—
Cal .....	0,23	0,37	1,00
Magnesia .....	—	0,10	0,11
Potasa.....	1,82	0,90	2,20
Sosa.....	0,38	0,37	0,52
Agua combinada.....	6,44	6,76	2,36
Materias orgánicas.....			
Agua higroscópica.....			

La pasta obtenida es de fácil moldeo, pero exige una desecación conducida con mucho cuidado para evitar que los objetos se deformen o se agrieten. La cocción ha de alcanzar la temperatura del cono número 9 de Seger, y el barniz puede dársele con sal introducida en los hogares o con los que se emplean en la fabricación de la llamada porcelana nueva de Sèvres.

He aquí la composición de algunas pastas citadas por Arnaud y Franche.

## PASTA PARA PIEZAS GRANDES

Arcilla para gres, gris de Beauvais..	100
Arcilla refractaria.....	80
Feldespató tamizado por el núm. 120.	20
Arena de Nevers, tamizada por el número 100.....	30
Cemento, tamizado por el núm. 20...	50

## OTRA PASTA PARA PIEZAS GRANDES

Arcilla refractaria, gris de Provins..	80
Arcilla para gres, ferruginosa, de Beauvais.....	100
Arena de Nevers, tamizada por el número 120.....	30
Vidrio de botellas, tamizado por el número 100.....	15
Cemento, tamizado por el núm. 20...	50

Los cementos citados se obtienen con desechos de tubos o de otros productos de gres.

Estas pastas toman color amarillento durante la cocción, el cual es avivado si se barniza con la sal.

A veces se da expresamente este color amarillo espolvoreando los moldes de yeso en que se hace el moldeado, con un polvo compuesto de

Sílice (tamizada por el núm. 150).....	100
Cal grasa en polvo.....	10

pues se forma de esta manera una especie de esmalte amarillento muy duro en la superficie de los objetos.

Por otra parte, los gres ornamentales se colorean con diversos elementos colorantes y con esmaltes especiales que cuecen a la misma temperatura que la pasta, operándose, ya en atmósfera reductriz, ya en atmósfera oxidante, según los casos, esto es, según los óxidos metálicos empleados en la decoración y según el efecto de color que se desee obtener.

#### BALDOSINES DE GRES

Los baldosines de gres no son todo lo empleados que debieran, por el precio relativamente elevado a que resultan. Las pastas empleadas varían desde las análogas a la del gres natural a las del gres fino, pero han de contener a lo sumo del 5 al 6 por 100 de cal, pero no conviene que falte porque mejora los colores de la decoración del producto.

El moldeo suele hacerse a la prensa, ya sea a brazo ya con la hidráulica, según la consistencia de la pasta. En un principio, en Inglaterra, se trabajaba con pasta blanda. El obrero tomaba una cantidad de masa suficiente que extendía en forma de placa. Luego, con una pasta más fina, preparaba otra placa más delgada, de unos 5 a 6 milímetros de espesor. Con una cuchilla de acero afinaba una de sus caras y la introducía seguidamente en el molde de yeso, poniendo la cara afinada en contacto del molde, y luego ponía encima de ésta la primera placa preparada. También se operaba aplicando la placa fina sobre la gruesa antes de introducirlas en el molde, y luego las ponían juntas en éste.

Quita, seguidamente, la pasta que rebosa del molde,

y luego todavía otros 5 ó 6 milímetros más de la pasta grosera que ha quedado encima y los reemplaza con pasta fina. Esta operación tiene por objeto evitar las deformaciones a que casi siempre da lugar el que las dos caras del baldosín tengan pasta distinta. Ahora ya puede llevarse a la prensa.

Cuando el baldosín ha de ser decorado (mosaicos), el molde presenta una serie de cavidades reproduciendo el dibujo que ha de llevar el baldosín. En esas cavidades se ponen las barbotinas coloreadas que el operario tiene al alcance de la mano en jarras a propósito.

Cuando se opera con pastas más consistentes, esto es, a la prensa, entonces sobre el molde principal se disponen sucesivamente otros contramoldes que reproducen los dibujos que ha de ofrecer cada uno de los colores que han de entrar en el baldosín. Cada vez se aplica uno de estos contramoldes y se añade la pasta coloreada correspondiente al contramolde empleado.

Una vez aplicados todos los colores, se acaba de llenar el molde con la pasta grosera y se lleva a la prensa, y después de prensados se llevan al secadero y se cargan los estuches para efectuar la cocción.

La fabricación actual opera casi exclusivamente con pastas secas que solo contienen 7 por 100 aproximadamente de agua, y, por consiguiente, con el auxilio de moldes de acero y potentes prensas hidráulicas, pues se aplican a veces presiones de 150 atmósferas. La pasta suele ser una mezcla de arcilla y feldespato con la adición adecuada de colorantes, los cuales se incorporan a la masa durante el molido. La arcilla ha de cocer con color bastante blanco para que el colorante actúe con toda su pureza, pero cuando se trata de co-

lores muy oscuros también puede emplearse arcilla que cueza en rojo. Por otra parte, siendo el feldespató una primera materia bastante cara se le reemplaza muchas veces con otros elementos fundentes más baratos, por ejemplo, escorias, arenas fusibles, etc.

Con respecto a la cocción, ha de advertirse que conviene sea lenta para evitar el agrietamiento de los objetos, cargando también en estuche, pero puestos de canto sobre un lecho de arena. Los hornos empleados son los hornos de llama invertida ya descritos u hornos gasógenos, resultando la cocción más barata con estos últimos.

#### ACCIDENTES QUE PUEDEN OCURRIR DURANTE LA FABRICACIÓN:

Durante la fabricación pueden ocurrir varios accidentes entre los cuales pueden mencionarse los siguientes:

*Deformaciones:* que proceden de la desigual contracción de las masas que constituyen las diferentes partes del baldosín. También influye la manera de ser efectuada la compresión, pues los baldosines demasiado comprimidos muestran tendencia a abarquillarse.

*Roturas:* que suelen proceder de una desecación insuficiente, de una cocción demasiado rápida o de una mezcla defectuosa de las primeras materias que entran en la pasta.

*Escamas* desprendidas de las partes coloreadas: suelen ser debidas a desigual contracción de la masa coloreada y de la masa general del baldosín, o también por una desecación poco uniforme.

*Grietas:* debidas a excesiva contracción de la pasta coloreada o a falta de fusibilidad de dichas porciones coloreadas.

*Rajaduras*: que suelen producirse durante el enfriamiento.

De Granger (1) cuya obra venimos consultando tomamos los siguientes ejemplos de composición de pastas. La arcilla que se menciona procede de Preschen, la cual es empleada en buen número de cerámicas alemanas.

## PASTA ORDINARIA

Arcilla magra.....	78	} Mezcla triturada en molino de muelas.
Arcilla grasa.....	22	
	100	

## PASTA BLANCA

Primero se prepara la siguiente mezcla:

A {	Arcilla de Vallendar ...	41	} La mezcla se hace por vía húmeda y luego se deseca.
	Arcilla de Raubach.....	31	
	Feldespató de Nohfelden.	28	
		100	

y luego se hace esta nueva mezcla:

Mezcla A.....	82
Arcilla de Vallendar.....	10
Arcilla de Raubach.....	4
Feldespató de Nohfelden.....	4
	100

## PASTAS COLOREADAS

	BLANCO		GRIS		GRIS DE PLATA	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Arcilla de Vallendar.....	50	54	50	52	50	53
Cuarzo.....	20	22	17	23	18	23
Feldespató de Bohemia.....	30	24	30	23	30	24
Hierro cromado.	—	—	3	2	2	—
Óxido de cobalto RKO.....	—	—	—	—	0,025	0,05

(1) La Céramique industrielle, p. 487.



## CUBIERTA PARA BALDOSINES

Prepárase previamente la siguiente

## FRITA

Cuarzo.....	28
Minio.....	67
Creta.....	1
Kaolín.....	4

y luego se hace la siguiente mezcla:

Frita.....	90
Kaolín.....	6
Cuarzo.....	2
Feldespato de Bohemia.....	2

Esta cubierta funde a la temperatura de fusión de la plata.

Según puede observarse, los colores son producidos por los mismos óxidos empleados en el gres fino, y en análogas proporciones. Así el *verde* es obtenido con el óxido de cromo, variándose su matiz con adiciones de cobalto o de hierro; el *azul* se da con cobalto adicional, si conviene, de zinc o de alúmina para variarlo más o menos; el *rojo* se da con silicato de hierro natural; el *negro* con manganeso y hierro; el *violeta* con cobalto y manganeso, que resulta azulado si domina el cobalto; el *pardo* con manganeso y hierro, etc.



## CAPITULO V

### PORCELANAS

Al ocuparnos de la historia de los productos cerámicos en el capítulo primero de esta obra, hemos indicado que las porcelanas se dividen en dos clases, llamada una porcelana dura, cuyo tipo es la porcelana china, verdadera composición feldespática, y la otra porcelana tierna, llamada así por asimilación más bien que por su composición; ambos productos, los más finos entre los cerámicos, y los últimos en la clasificación de Brongniart, tienen por carácter distintivo el presentar en su masa una translucidez debida a un principio de fusión en su pasta, que los coloca como punto intermedio o de paso entre la industria cerámica y la industria vidriera.

Existe una diferencia radical, sin embargo, entre la naturaleza de los dos productos citados, esto es, entre la porcelana dura y tierna, de los que el segundo lleva su nombre indebidamente; la porcelana dura es el resultado de la cocción del kaolín; la porcelana tierna no es más que una variedad de vidrio que no contiene kaolín y contiene en cambio sosa en bastante proporción.

El estudio que vamos a hacer de estas dos materias, hará resaltar claramente las profundas diferencias que separan estas dos clases de objetos reunidos por el mismo nombre genérico.

## I.—Porcelana dura.

La pasta de la porcelana dura o china es una mezcla de tres clases de elementos, a saber: una parte plástica constituida por esa arcilla pura y blanca conocida con el nombre de kaolín; una parte silíceo, o sea cuarzo, y una parte compuesta de fundentes alcalinos, por ejemplo, el feldespato u otros minerales análogos, los cuales pueden ser, a veces, sustituidos por fundentes calizos.

Todas estas materias, a veces, en la práctica, son substituidas por otras, pero, en definitiva, la pasta siempre viene a estar constituida de una manera análoga.

Por la acción del calor intenso que se desarrolla en los hornos de porcelana, se obtiene una semifusión de esta pasta, de la cual resulta la transparencia, o sea el carácter especial y fundamental de la porcelana.

El barniz que se aplica sobre esta pasta es también transparente y vítreo, y está formado por silicatos alcalino-calizo-aluminosos que funden a la temperatura elevada del horno (unos 1300 a 1400 grados), al cocer la pasta, el cual, por el enfriamiento, forma en la superficie de los objetos un vidrio brillante y translúcido. En algunas manufacturas este barniz es simplemente un silicato alcalino alumínico, pero siempre su dureza es extraordinaria y en ocasiones hasta sobrepasa a la del acero.

El kaolín, que sirve para fabricar la porcelana, no es otra cosa que el producto de la descomposición natural y espontánea del feldespato, el cual sólo es, a su vez, como sabemos, un silicato doble de alúmina y potasa; por la acción del tiempo en el seno de la tierra,

el feldespato sufre una descomposición, desapareciendo el silicato de potasa que contiene, marchándose la potasa al estado de carbonato disuelta en las aguas que se filtran a través del suelo, dejando sílice libre.

La mezcla de sílice y silicato de alúmina no descompuesta que forma el residuo de esta descomposición natural, constituye una arcilla muy blanca, que es la que recibe el nombre de kaolín; ya al tratar de las arcillas nos hemos ocupado de los fenómenos que acabamos de citar.

Sea la que quiera la causa de esta transformación profunda, el kaolín es siempre su resultado; se comprende, por lo tanto, que éste y el feldespato se acompañan siempre y existen juntos en los yacimientos naturales, puesto que el uno procede de la descomposición del otro.

El kaolín es la base de la cerámica homogénea e incolora; entrando en una semifusión por una elevada temperatura, produce objetos vítreos y comunica a las piezas la transparencia que distingue a las porcelanas. Si a esto se añade que el feldespato no es más que un vidrio potásico y aluminoso, fusible a moderada temperatura, el cual forma después de frío un vidrio transparente, encontraremos en él el mejor barniz o cubierta que se pudiera desear para los objetos perfectamente blancos.

Ya hemos dicho, al ocuparnos de los materiales de fabricaciones cerámicas, que el kaolín se presenta siempre acompañado de fragmentos de feldespato no alterado; para separar estos fragmentos de su masa, se le diluye en el agua y después se decanta el líquido turbio; los granos de cuarzo y feldespato se precipitan al fondo del recipiente, y el líquido arrastra el kaolín; esta operación se repite, como hemos indicado al ocuparnos

de la preparación de los materiales, hasta obtener después de algún tiempo de reposo un sedimento de kaolín perfectamente puro.

Las porcelanas duras comprenden una lista numerosa de productos destinados a distintos objetos. Por el uso a que se aplican pueden ordenarse de la siguiente manera:

- 1.º Porcelanas de servicio y adorno.
- 2.º Porcelanas resistentes al fuego.
- 3.º Porcelanas para canalizaciones eléctricas.
- 4.º Porcelanas para aplicaciones mecánicas.
- 5.º Porcelanas arquitectónicas.
- 6.º Bizcochos de porcelana (porcelana sin cubierta).

La pasta de porcelana ya hemos visto que es una mezcla de kaolín puro y una substancia que le sirve de cemento destinada al propio tiempo a provocar una semifusión de la pasta arcillosa; el cuarzo y el feldespato son los cuerpos destinados a producir este efecto. La composición de la pasta varía mucho de unas a otras fábricas; según Salvetat la composición más sencilla capaz de producir porcelana dura es:

Arena de kaolín lavado.....	20
Kaolín lavado .....	80

y también puede obtenerse una pasta muy aceptable con la siguiente mezcla:

Kaolín .....	70
Arena de kaolín lavado.....	25
Creta .....	8

pero como composiciones límites pueden ser consideradas las siguientes:

Kaolín .....	65 a 35
Feldespato .....	20 a 40
Cuarzo.....	15 a 25

Como ejemplos de composición de pastas anotamos las siguientes:

	Bohemia.	Nymphenburg.	China.	Limoges.	Sevres. — Pasta nueva.	Berry.	Berlin.	Bayeux.	Sevres.
Silice.....	74.78	72.80	70.50	70.2	70.83	66.2	66.6	61.6	60.75
Alúmina.....	21.3	18.40	20.70	24.0	22.60	28.0	28.0	30.0	32.0
Oxido férrico.	—	2.50	0.80	0.7	—	0.70	0.70	1.56	0.8
Cal.....	0.64	3.30	0.50	0.7	1.10	—	0.3	3.56	3.5
Magnesia.....	—	0.30	0.10	0.1	0.46	—	0.6	—	—
Potasa.....	2.48	0.65	—	4.3	2.32	5.10	3.40	3.26	3.0
Sosa.....	0.58	1.84	3.9	—	2.09	—	—	—	—

En Sèvres también se han empleado las dos composiciones siguientes, según estén destinadas a producir efectos o servicios de mesa u objetos de adorno, en la proporción siguiente:

	Para vajilla.	Adornos.
Kaolín lavado.....	64	62
Arena.....	20	17
Feldespato cuarzoso...	10	17
Creta.....	6	4
	100	100

Arnaud recomienda también la siguiente mezcla para porcelana artística, que no importa sea de escasa translucidez, la cual puede ser cocida a la temperatura del cono núm. 9 de Seger.

Kaolín.....	60
Arena de Decize.....	25
Creta de Meudón.....	8
Arcilla de Montereau.....	7

Las siguientes composiciones permiten comparar, también, las pastas de Sèvres, antigua y nueva, y la pasta de China.

#### PASTAS

	Sèvres antigua	Sèvres nueva.		China.
Sílice.....	58	64,05	61	70
Alúmina.....	34,5	28,92	23	25
Cal.....	4,5	—	—	—
Potasa.....	3	7,05	6	5

## CUBIERTAS

	Sèvres antigua.	Sèvres nueva.	China.
Sílice .....	70,64	66,56	68
Alúmina.....	17,60	14,23	12
Cal.....	1,31	15,51	14
Potasa y sosa.....	9,39	3,59	6

La composición de la cubierta de Sèvres nueva varía un poco según sea la clase de óxido metálico empleado para la decoración. Es la cal lo que se hace variar y en las proporciones siguientes:

Para obtener el amarillo se añaden 8 partes de nitrato de urano y se disminuyen 4 de creta.

Para obtener el azul se añaden 5 partes de óxido de cobalto y se disminuyen 5 de creta.

Al añadir 8 de manganeso se disminuyen 4 de creta.

Para obtener el verde se emplean 4 de cobre y se disminuyen 4 de creta.

Para obtener el amarillo de ocre se emplean 8 de colcotar y se quitan 4 de creta; al emplear el cromo, cromatos y pincks no se disminuye la creta.

Las pastas empleadas en las fábricas de Munich, de Viena y de Meissen, están compuestas de las materias siguientes (Wagner):

## PASTA DE MUNICH

Kaolín de Passau .....	65
Arena de kaolín de Passau.....	4
Cuarzo.....	21
Yeso.....	5
Cemento de bizcocho.....	5

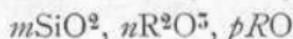
## PASTA DE VIENA

Kaolín de Sedlitz.....	34
Kaolín de Passau.....	25
Kaolín de Unghvar.....	6
Cuarzo.....	14
Feldespato.....	6
Cemento.....	3

## PASTA DE MEISSEN

Kaolín de Aue.....	18
Kaolín de Sosa.....	18
Kaolín de Sedlitz.....	36
Feldespato.....	26
Cemento.....	2

Considerando que la composición de las porcelanas puede expresarse por la fórmula general



en la que  $m$ ,  $n$  y  $p$  son coeficientes de valor variable y  $R$  y  $R$  representan respectivamente el aluminio y hierro la primera y el calcio, magnesio, potasio y sodio la  $R$ , en el siguiente estado, tomado de Granger, se pone de manifiesto la composición molecular de las principales porcelanas duras:

	Silíce.	Sesquióxidos (alúmina y hierro.)	Fundentes. (cal, magnesia, potasa, sosa.)
Pasta dura de Sèvres.....	8.02 $\text{SiO}_2$	2.82 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Al}^2\text{O}^3 \\ \text{Fe}^2\text{O}^3 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0.664 \text{ CaO} \\ 0.132 \text{ K}^2\text{O} \\ 0.210 \text{ Na}^2\text{O} \end{array} \right\}$
Pasta nueva de Sèvres.....	14.00 $\text{SiO}_2$	2.72 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Al}^2\text{O}^3 \\ \text{Fe}^2\text{O}^3 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0.192 \text{ CaO} \\ 0.328 \text{ K}^2\text{O} \\ 0.480 \text{ Na}^2\text{O} \end{array} \right\}$
Pasta de Limoges.....	14.38 $\text{SiO}_2$	$\left\{ \begin{array}{l} 2.737 \text{ Al}^2\text{O}^3 \\ 0.038 \text{ Fe}^2\text{O}^3 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0.1909 \text{ CaO} \\ 0.1196 \text{ MgO} \\ 0.4032 \text{ K}^2\text{O} \\ 0.3372 \text{ Na}^2\text{O} \end{array} \right\}$

	Silíce.	Sesquióxidos. (alúmina y hierro.)	Fundentes. (cal, magnesia, potasa, sosa.)
Pasta china (de la manufactura imperial).....	14,00 SiO <sup>2</sup>	$\left\{ \begin{array}{l} 2,71 \text{ Al}^2\text{O}^3 \\ 0,08 \text{ Fe}^2\text{O}^3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,041 \text{ CaO} \\ 0,363 \text{ K}^2\text{O} \\ 0,596 \text{ Na}^2\text{O} \end{array} \right.$
Pasta china.....	16,96 SiO <sup>2</sup>	$\left\{ \begin{array}{l} 3,32 \text{ Al}^2\text{O}^3 \\ 0,18 \text{ Fe}^2\text{O}^3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,043 \text{ CaO} \\ 0,078 \text{ MgO} \\ 0,576 \text{ K}^2\text{O} \end{array} \right.$

En este otro nuevo estado, agrupamos las fórmulas representativas de la composición molecular de varias pastas de porcelana dura considerando que  $n=1$ , esto es, dando la proporción de los demás elementos por cada parte de sesquióxidos contenidos en la pasta:

Porcelana de Sèvres.....	30 <sup>g</sup> ,Si	R <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ,	0,35RO
Porcelanas francesas pesadas y porcelanas de Hal, Berlín, Carlsbad, Limoges y Vierzón.....	4,2 a 4,8 SiO <sup>2</sup> ,	R <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ,	0,20 a 0,30 RO
Porcelanas francesas de clase superior (Limoges, primera clase).....	4,8 a 5,3 SiO <sup>2</sup> ,	R <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ,	0,40 a 0,45 RO
Porcelanas chinas.....	4,8 a 5,3 SiO <sup>2</sup> ,	R <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ,	0,30 a 0,45 RO
Porcelanas japonesas.....	6,2 a 7,4 SiO <sup>2</sup> ,	R <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ,	0,30 a 0,40 RO

La preparación de las pastas de porcelana se hace siempre por vía húmeda y con un cuidado especialísimo en todas las partes o manipulaciones que comprende;

se hace pues la pulverización con todo esmero, así como luego la dosificación de las diversas proporciones en que han de entrar en la pasta los distintos constituyentes que la integran; se hace luego, generalmente, una depuración eléctrica, y seguidamente se procede a mezclar y amasar. La pasta amasada se somete a la acción de un buen filtro prensa y las tortas sacadas de éste se almacenan en cuevas hasta que les toca el turno de pasar al moldeado.

Detallando un poco estas operaciones haremos observar que los kaolines sufren en la misma cantera o al entrar en la fábrica un escogido para quitarles todas las partículas ferruginosas y después se lavan generalmente por decantación en unos grandes depósitos en que reciben la acción directa de agua corriente. Estos depósitos, que suelen ser en número de tres y están escalonados; en el superior se echa el kaolín y el agua, se remueve, y una vez puesta la masa en suspensión, se deja reposar unos instantes. De esta manera la arena y partículas pesadas se precipitan al fondo del depósito, y abriendo un vertedero lateral que tiene el depósito, el agua con el kaolín en suspensión pasa a un tamiz, que retiene las impurezas y del tamiz al depósito siguiente. Después de cierto tiempo de permanecer en este depósito para que todavía se depositen más impurezas pesadas, se le hace pasar al tercer depósito. Así se eliminan la arena cuarcífera, la mica, la casiterita y las arenas pesadas.

Si este lavado se ha hecho en la cantera, los kaolines suelen ser nuevamente lavados al ser recibidos en la fábrica. Cada fábrica tiene su sistema particular de lavado, habiendo ya descrito en el tomo primero (páginas

77 y siguientes) diversos aparatos destinados a este objeto.

La pulverización de las materias se efectúa en molinos análogos a los descritos en el primer tomo, empleándose, especialmente para el porfirizado final, los representados en las figuras 32 y 36. De esta operación puede a veces prescindirse si se emplean arenas bastante finas, así como también de lavarlas si no son ferruginosas o micáceas o no contienen impurezas perjudiciales.

Cuando las substancias térreas que componen la pasta de porcelana están bien molidas, se mezclan con intermedio de mayor cantidad de agua y luego se llevan a las cubas de amasar, cuya descripción y uso hemos recordado varias veces, y en ellas son íntimamente mezcladas; la pasta después se somete al pisado, y cuando está bien amasada por los pies de los obreros y después de escurrida en el filtro prensa se la abandona por espacio de siete a ocho meses en cuevas para que sufra el repodrido, fenómeno que ya conocemos, por habernos ocupado de él en otro lugar.

Al cabo de este tiempo se saca la pasta y se la comprime y amasa con las manos, formando con ella bolas o esferas que se lanzan con fuerza contra las paredes de un muro; este trabajo de amasado íntimo que se hace sufrir a la pasta podrida, tiene por objeto mezclar todos sus elementos heterogéneos y hacer desprenderse las burbujas de gases que se han desarrollado durante el repodrido.

Después de esto falta mezclar la pasta con la necesaria cantidad de agua, lo cual se verifica en los amasadores y se obtiene encerrando la pasta en cilindros de

hierro con la suficiente cantidad de agua, por medio de agitadores que mueven varias ruedas impulsadas por un árbol horizontal, se mezclan íntimamente el agua y la pasta, formando una papilla perfectamente homogénea llamada barbotina.

La manera descrita de preparar la pasta de porcelana es seguida todavía en algunas manufacturas de porcelana, aunque más o menos modificada en parte por las facilidades que ofrece la mecánica moderna.

Cuando la pasta ha llegado a estar por estas operaciones suave, dúctil y fácil de modelar, se empieza el laboreo y construcción de piezas y objetos. Este laboreo, ya hemos dicho en el capítulo especial a él dedicado, que se ejecuta de tres modos que no son independientes entre sí, sino que, al contrario, pueden ser empleados a la vez para la ejecución de una misma pieza; estos medios de laboreo son: el trabajo al torno, el moldeado y el colado. Todos tres están suficientemente detallados en el capítulo antes citado, por lo que aquí solo hemos de observar que siendo los objetos fabricados en porcelana mucho más delicados, es necesario modificar ligeramente los aparatos y procedimientos para lograr aquel grado de perfección que no resulta necesario en la fabricación de las fayenzas y que aquí es indispensable.

Desde 1850 se ha empleado en Sèvres el procedimiento del colado para modelar tazas y otras piezas de bandeja que no hubiera sido posible obtener por los medios del torneado; de este modo se han obtenido las tazas de cáscara de huevo, que son tan finas y tan estimadas; dejando permanecer muy poco tiempo la barbotina en el molde, se obtienen tazas tan delgadas como

se quiera, y tan ligeras que es necesario ponerles asas huecas, porque si fueran macizas harían bascular la taza por demasiado peso; estas asas huecas se obtienen por el mismo procedimiento, vertiendo barbotina en un canalito taladrado en un macizo de yeso de moldes. Este mismo procedimiento de colado que permite obtener piezas de tan extraordinaria delicadeza, se emplea en el día en Sèvres para fabricar las más grandes piezas, sea la que quiera su forma, para lo cual ha sido preciso agregar a este procedimiento una perfección o modificación capital, consistente en la aplicación del aire comprimido o enrarecido.

Cuando se trata de obtener por medio del colado de la barbotina grandes piezas, hay exposición a algún grave accidente, porque después de la absorción de una parte del agua por el molde de yeso, la pasta queda dispuesta a abandonarle, sucediendo a veces que la parte superior, que forma una bóveda poco consistente, se desmorona y cae, inutilizando la operación.

El empleo del aire comprimido permite remediar este defecto, siguiendo el procedimiento empleado en la manufactura de Sèvres, que vamos a indicar rápidamente.

Cuando se ha hecho llegar la barbotina del molde, y después de permanecer en él un rato se la ha dado salida, se comprime aire dentro de éste por medio de una máquina de presión atmosférica; el exceso de esta presión sobre la del exterior sostiene durante algún tiempo la pasta contra el molde absorbente por una compresión perfectamente igual en todas su superficie, y la permite de este modo adquirir la consistencia suficiente para que la pieza pueda sostenerse por sí sola.

Este método permite obtener grandes objetos de porcelana, pero también presenta a veces serios inconvenientes. Estando cerrado el molde en su parte superior para poder comprimir el aire, trabajan los operarios a ciegas sin poder registrar la pasta en el interior y reconocer por su aspecto si adquiere la suficiente consistencia; la compresión del aire origina además algunos daños en el interior de los moldes de gran sección, porque es difícil mantener sólidamente unidas sus partes, y se producen explosiones siempre perjudiciales.

Víctor Regnault, mientras estuvo dirigiendo la manufactura de Sèvres, perfeccionó este sistema reemplazando la compresión del aire por su rarefacción, es decir, verificando un vacío parcial, no en el interior, sino en el exterior de un molde. En vez de una máquina de comprimir el aire, hizo uso de una máquina neumática que extraía el aire contenido en la capacidad cerrada en la que estaba colocado el molde, llegando de este modo al mismo resultado con más ventajas, pues mientras está blanda la pasta, se mantiene comprimida contra el molde por un exceso de presión interior, puesto que el vacío existe en la parte exterior del molde; la operación es de más fácil ejecución, porque basta cubrir éste de una campana de palastro que la presión atmosférica aplica herméticamente sobre las juntas sin temor de explosión, y el obrero puede vigilar continuamente el endurecimiento de la pasta, porque ve libremente el interior del molde; un manómetro puesto en comunicación con la cámara de enrarecimiento, señala constantemente si el vacío se sostiene y si las juntas permiten la entrada del aire, único accidente que puede temerse.

Aunque sea repetirnos en varios puntos en lo que ya hemos dicho anteriormente en el capítulo del moldeado (tomo primero), y en el del dedicado al estudio de las fayenzas y en lo que acabamos de decir en las anteriores líneas, vamos a copiar de la Química industrial de Wagner, Fischer, Gautier (traducción española del ingeniero industrial D. Pascual Godo), lo que dice sobre la confección de las piezas de porcelana por venir a ser un excelente resumen de todo cuanto al moldeado nos interesa decir en este sitio. «La confección de las piezas de porcelanas se efectúa con el auxilio del torno o bien por moldeo. En el primer caso, se usa el *torno de alfarero*, que, en su forma más sencilla, se compone de un eje vertical de hierro, de un disco de madera, fijo horizontalmente al extremo superior de este eje, y de un volante, en el centro del cual está implantado el extremo inferior del mismo eje. Cuando el tornero ha depositado sobre el disco la masa que ha de confeccionarse, pone en movimiento el aparato y apoya sus manos de manera que aprieten suavemente la masa.

»Si apoya los pulgares en el centro de la masa y la comprime hacia abajo, se produce una cavidad, que se ensancha a medida que va separando los dedos y que toma la forma de una campana en cuanto los acerca. Si el tornero coge entre las manos y el dedo pulgar las paredes de la vasija, puede levantarlas y adelgazarlas a voluntad. Para que las manos del obrero resbalen en la masa, es decir, que no se peguen a ella, las moja con *barbotina*, o sea con el agua que contiene en suspensión la pasta finamente dividida. La masa se tornea directamente sobre el disco de madera o sobre una base de yeso que está fija al disco con *barbotina*.

»Para la confección de grandes piezas pone en juego el tornero los puños y cuando se trata de piezas que hayan de tener mucha profundidad, emplea varillas rodeadas de yesca, que vienen a ser como una especie de prolongación de los dedos. En cuanto la pasta se aproxima a la forma que ha de tener la vasija, la concluye el tornero rectificando los contornos con la ayuda de una especie de calibre (*esteque*), que puede ser de hierro, de pizarra o de asta, y cuya forma varía según la que quiera darse al objeto que se confecciona; el calibre termina unas veces formando un bisel rectangular y otras en una curva cóncava o convexa. Terminado el esbozado, y valiéndose de un hilo de latón, despega el obrero la pieza del disco y la transporta con precaución a una mesa en la que la deja para que se seque, a fin de someterla más tarde a otro trabajo.

»Todos los objetos cuyo corte no es circular, que tienen por consiguiente una forma ovalada o más complicada, se trabajan en *moldes* que ofrecen en hueco las superficies que han de resultar de relieve de los objetos que hay que confeccionar, y recíprocamente. El moldeo se efectúa por presión con una masa seca, por presión con una masa blanda de consistencia pastosa o por colada con una masa líquida. La pasta que tiene que moldearse ha de ser suficientemente maleable, a fin de que pueda hacerse penetrar en todos los huecos del molde; por otro lado, ha de tener bastante rigidez para no deformarse cuando se saca del molde, lo cual quiere decir que ha de haber adquirido consistencia en dicho molde. De aquí resulta que, para la confección de un molde, no puede emplearse más que una materia porosa que sea susceptible de absorber humedad, y úni-

camente el yeso y la arcilla poseen una porosidad suficiente.

»Ordinariamente se emplean los *moldes de yeso*. Se distinguen el *moldeo por bolas* y el *moldeo por placas*. En el moldeo por bolas se aplican contra el molde bolitas de pasta que se van extendiendo con los dedos o con una varilla de madera convenientemente dispuesta, teniendo cuidado de dar a las paredes el espesor uniforme y colocando entre los dedos y la pasta un pedazo de lienzo fino. Si, como sucede con frecuencia, el molde consta de dos partes se aplican las dos mitades una sobre otra y se pegan por compresión. Cuando se trata de confeccionar tazas, platos y otros objetos análogos, se moldean con placas (*costras, croutes*), nombrado a unas hojas planas y delgadas de pasta, que se preparan batiendo dicha pasta con un martillo de madera recubierto de piel de carnero, o extendiéndola con un rodillo. La manera más conveniente de preparar estas placas consiste en combinar los dos sistemas, es decir, aplanar una bola de pasta con el martillo y luego acabar de extenderla con el rodillo, cuyos extremos se apoyan sobre dos reglas colocadas a cada lado de la placa y que regulan el espesor que ha de tener. De un tiempo a esta parte, la preparación de estas placas se hace mecánicamente. Las placas convenientemente preparadas se transportan y aplican contra el molde y se comprimen con una esponja, a fin de que la pasta penetre en todas las cavidades de los moldes.

»El moldeo de los objetos de porcelana *por colada* de la pasta en forma de legía espesa se funda igualmente en la propiedad que poseen los moldes de yeso de absorber el agua y de volver de este modo más con-

sistente la pasta. La pasta destinada a la colada se transforma con agua en una legía espesa (*barbotina*), que no ha de contener ni burbujas de aire ni grumo. Se introduce la barbotina en un depósito desde el cual se distribuye entre los moldes, cuya superficie interna habrá sido previamente recubierta, con la ayuda de un pincel, de una capa delgada de pasta. Se llena el molde con la legía, teniendo cuidado de desalojar de él el aire. Cuando a consecuencia de la absorción de agua se ha formado una capa delgada de pasta, se decanta la masa líquida, se vierte una nueva cantidad de pasta fresca y se repite la operación hasta tanto que las paredes del objeto hayan obtenido el espesor deseado. Por este procedimiento se confeccionan *tubos y retortas de porcelana*.

»Es muy raro que el objeto moldeado pueda desecarse y cocerse sin necesidad de sufrir otro trabajo; en la mayor parte de los casos, es todavía necesario someter las piezas al *contorneado*, a una *reparación*, a *ornamentarlas*, es decir, labrarlas al torno, y a proceder, finalmente, a la aplicación de las partes moldeadas por separado, como por ejemplo, las asas. El contorneo tiene por objeto quitar a las piezas confeccionadas al torno el exceso de espesor que expreso se ha dejado para evitar una desecación demasiado rápida, esta operación se efectúa al torno ordinario con la ayuda de útiles de distintas formas, especie de calibres o contorneadores, que sirvan para quitar la pasta en forma de viruta. La preparación consiste en quitar con una lámina cortante las partes inútiles que haya producido el molde, llenar huecos, o al contrario, abrirlos (vaciado), según los contornos producidos por el molde.

»Ciertos objetos de porcelana se hacen solamente a mano; tal sucede con los objetos esculpidos y las flores, cuyas hojas, cáliz, corola, así como las demás partes, se confeccionan con el auxilio del desbastador. No obstante, se confeccionan también frecuentemente, de una sola vez, por compresión en moldes de yeso, un gran número de hojas delicadas. La imposibilidad de ejecutar con la pasta de porcelana partes libres como los pedúnculos y otras, que se deformarían durante la desecación y la cocción, limita hasta cierto punto la variedad de las flores que pueden confeccionarse; por esta razón se confeccionan con frecuencia flores sin pedúnculo, substituyéndose éste con un alambre. Las hojas se moldean en la palma de la mano, cuyos surcos imitan perfectamente el conjunto de nervios de la hoja. Otro trabajo que se hace en la mano exclusivamente, es la ornamentación de las figuras con bordados y puntas, etc., que se forman con tul y un tejido cortado a pedacitos; se humedece el tul o el tejido cortado con agua, se le sumerge en barbotina, se le coloca en los sitios convenientes del objeto de porcelana y se le deja secar. Durante la cocción, la substancia orgánica, que compone el tul o el tejido, es destruído y queda solamente el tejido de porcelana».

Las piezas preparadas por cualquiera de los procedimientos indicados, se someten a una desecación lenta al aire libre, y después a una primera cocción en el laboratorio superior del horno de porcelana; esta primera cocción, que recibe el nombre de desengordado, no tiene más objeto que dar a las piezas cierta consistencia: en este estado son algo porosas y no podrían aplicarse a los usos a que están destinadas; es, por lo

tanto, necesario cubrirlas de una cubierta o baño que se vitrifica por una segunda cocción, verificada en el laboratorio inferior a una temperatura mucho más elevada.

La aplicación de la cubierta se practica generalmente por inmersión. Ya hemos manifestado que este método consiste en sumergir rápidamente las piezas cocidas en una tina que contiene en suspensión en el agua la substancia pulverulenta destinada a servir de baño. A causa de su porosidad, la pieza absorbe una capa homogénea de esta cubierta, que está en suspensión, limitándose el operario a pasar rápidamente el objeto por la papilla, la cual es absorbida inmediatamente por él, penetrando el agua en la masa y quedando el polvo feldespático en la superficie; se termina esta operación aplicando al pincel un poco de barbotina sobre las partes de la pieza, que por estar cubiertas con los dedos del operario, no han podido ser bañadas.

Ya hemos dicho que la cubierta debe ser dura, muy poco fusible, consistiendo simplemente en silicatos de alúmina, cal y álcalis, recibiendo el nombre de cubiertas calizas o cubiertas alcalinas, según que predomine la cal sobre los álcalis o éstos sobre la cal. Si, como hemos hecho al tratar de las pastas, tomamos la proporción de alúmina como unidad, la fórmula de estas cubiertas puede representarse por:

Cubierta de pegmatita usada en Sèvres. ....	6.96	SiO <sup>2</sup> ,	R <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ,	0.93 RO
Idem íd. íd. en Limoges....	8.74	SiO <sup>2</sup> ,	R <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ,	0.81 RO
Idem íd. íd. en Berlín.....	8.91	SiO <sup>2</sup> ,	R <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ,	1,00 RO
Idem íd. íd. en Japón.....	8.04	SiO <sup>2</sup> ,	R <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ,	1.82 RO
Idem íd. íd. en China.....	7.33	SiO <sup>2</sup> ,	R <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ,	1.92 RO

La pegmatita empleada en Sèvres es la de Saint-Irieux, que no es más que una mezcla natural en par-

tes iguales de feldespato y cuarzo; esta roca se designa en las fábricas con el nombre de *guijarro* o el de *petuntzé*.

Usando cubiertas calizas se obtienen porcelanas más transparentes, pero con las cubiertas alcalinas se obtienen productos de aspecto más agradable, lo cual hace que sean más usadas.

A continuación damos las fórmulas empleadas para preparar las cubiertas en varias manufacturas.

En Meissen, la cubierta aplicada a la porcelana se compone de:

Kaolín de Sedlitz .....	37
Cuarzo .....	37
Cal de Pirna .....	17,5
Cemento de bizcocho. ....	8,5
	100

La porcelana de Berlín lleva una cubierta preparada con:

Kaolín de Morl (próximo a Halle) ...	31
Arena cuarcífera.....	43
Yeso .....	14
Cemento de bizcocho.....	12
	100

Los dos barnices siguientes, propio el primero para porcelana dura y el otro para la porcelana de Seger, pueden aplicarse igualmente, según demostró Hecht con sus ensayos, a gran variedad de pastas. Su composición molecular y material es la siguiente:

## BARNIZ PARA PORCELANA DURA

Composición molecular:  $10 \text{ SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$   $\left\{ \begin{array}{l} 0,3 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,7 \text{ CaO} \end{array} \right.$

que puede lograrse con la siguiente mezcla

167,1 de feldespato.....	que corresponde a	$1,8\text{SiO}_2$ , $0,3 \text{ Al}_2\text{O}_3$ , $0,3\text{K}_2\text{O}$ ,	
70, de caliza (mármol).....	»		$0,7 \text{ CaO}$
89,2 de kaolín de Sedlitz calcinado.....	»	$0,8\text{SiO}_2$ , $0,4 \text{ Al}_2\text{O}_3$	
77,7 de kaolín de Sedlitz crudo.....	»	$0,6\text{SiO}_2$ , $0,3 \text{ Al}_2\text{O}_3$	$0,3 \text{ H}_2\text{O}$
408, de arena de Hohenbocka.....	»	$6,8 \text{ SiO}_2$	
		$10 \text{ SiO}_2$ , $1, \text{ Al}_2\text{O}_3$ , $0,3 \text{ K}_2\text{O}$	$0,7 \text{ CaO}$ , $0,3 \text{ H}_2\text{O}$

## BARNIZ PARA LA PORCELANA DE SEGER

Composición molecular:  $4 \text{ SiO}_2$ ,  $0,5 \text{ Al}_2\text{O}_3$   $\left\{ \begin{array}{l} 0,3 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,7 \text{ CaO} \end{array} \right.$

que puede lograrse con la siguiente mezcla:

167,1 de feldespato.....	que corresponde a	$1,8\text{SiO}_2$ , $0,3\text{Al}_2\text{O}_3$ , $0,3 \text{ K}_2\text{O}$	
70 de caliza (mármol).....	»		$0,7 \text{ CaO}$
51,8 de kaolín de Sedlitz (crudo).....	»	$0,4\text{SiO}_2$ , $0,2\text{Al}_2\text{O}_3$ ,	$0,2 \text{ H}_2\text{O}$
108 de arena de Hohenbocka.....	»	$1,8\text{SiO}_2$ ,	
		$4, \text{ SiO}_2$ , $0,5 \text{ Al}_2\text{O}_3$ , $0,3\text{K}_2\text{O}$ ,	$0,7\text{CaO}$ , $0,2 \text{ H}_2\text{O}$

La preparación de la cubierta se hace con mezclas de cuarzo con feldespato o pegmatita, si bien cuando en la composición de éstas últimas entra suficiente cuarzo, pueden prepararse cubiertas con solo pegmatita. También suele añadirse a la mezcla un poco de kaolín, pues de esta manera el baño adquiere plasticidad y es más fácil aplicarlo, y en ocasiones también cemento cerámico. Por otra parte, como las materias empleadas en la preparación del baño casi siempre contienen cal, resulta que la cubierta también la contiene, pero ya se comprende, por lo dicho anteriormente, que si dichas primeras materias no la tuviesen, puede ser necesario añadirla y entonces se adiciona en forma de creta. La cantidad de cal de las cubiertas aplicadas en Sèvres no ha pasado generalmente del 1,9 por 100.

Las materias citadas, cuarzo, feldespato y pegmatita, suelen ser lavadas y trituradas antes de hacer la mezcla en las proporciones indicadas por la fórmula de la cubierta. El grado de trituración tiene mucha importancia, por lo cual es conveniente ensayarlo; para ello se llena de baño una vasija de forma alta y se observa el tiempo que tarda en depositarse su parte sólida. Para mejor apreciar este tiempo, puede hacerse el aposamiento más lento, acidulando con vinagre la porción de baño sometida al ensayo.

Luego se mezclan, se diluyen con la suficiente cantidad de agua y se tamizan.

La concentración del baño, o sea su densidad tiene relativa importancia por los resultados producidos, puesto que los baños concentrados ceden más cantidad de materia que los diluídos. Otros factores pueden también hacer variar la cantidad de materia depositada

sobre el bizcocho de porcelana, y son: la porosidad de éste y el tiempo que se haga durar la inmersión. Deben pues combinarse de una manera adecuada estos tres factores para obtener productos convenientemente barnizados.

Otras maneras de aplicar las cubiertas de las porcelanas es por pulverización o aspersion mecánica y por rociado, pero se emplean pocas veces, por ejemplo, cuando quieren eliminarse los inconvenientes que para piezas de determinada condición y forma, tiene el procedimiento por inmersión.

No basta haber aplicado la cubierta; hay que repararla porque puede haberse depositado en exceso en ciertos sitios y en otros puede estar en cantidad insuficiente o hasta no haberla siquiera, como suele ocurrir en las piezas de relieves muy pronunciados. Por otra parte, en los sitios en que han de apoyarse las piezas durante la cocción no puede haber esmalte, y por consiguiente, ha de quitarse de ellos.

La cocción de la porcelana se hace en hornos de dos pisos y de grandes dimensiones, a fin de desarrollar la elevada temperatura necesaria en la cocción de las pastas de porcelana y en la fusión del barniz feldespático.

El horno empleado en la manufactura de Sévres, es de esta forma: el piso o laboratorio superior; sirve, como ya hemos dicho, para cocer el bizcocho, o lo que es lo mismo, para darle la primera cocción que le dispone para recibir la cubierta. El laboratorio inferior sirve para la cocción definitiva de la porcelana barnizada; esta cocción tiene por doble resultado ablandar la tierra de porcelana por esta elevada temperatura, que

la conduce a un estado de semifusión, la cual, además de la impermeabilidad, le comunica una verdadera transparencia, carácter particular y de especial estimación de la porcelana.

Al propio tiempo que la pieza sufre esta fuerte calcinación, el barniz feldespático que se le ha aplicado en la superficie entra en fusión, formando sobre ella una verdadera cubierta de vidrio. Las piezas disminuyen considerablemente de volumen por esta cocción o semifusión; así es que se tiene un gran cuidado en las fábricas de porcelana de tener de antemano en cuenta esta contracción y variación de forma por la semifusión para determinar las dimensiones y la forma que han de darse a los objetos al moldearlos.

Los hogares están colocados alrededor del horno en número mayor o menor, según se quiera mayor o menor temperatura y puede haberlos solo en el laboratorio inferior o en los dos pisos; el tiro de todos estos hogares se hace por el mismo horno, que funciona como una chimenea. La llama puede entrar directamente en el horno y atravesarlo de abajo a arriba (figura 87), o bien pueden ser de llama invertida (figura 86) en los cuales la llama sube primeramente hasta la bóveda del horno y luego baja hasta la solera para salir por tragantes dispuestos en ésta para dirigirse al piso superior.

El horno de la figura 87 es simplemente un horno vertical de reverbero dividido en tres pisos por medio de dos bóvedas, y de los cuales los dos inferiores tienen cuatro hogares cada uno que pueden alimentarse con leña o con carbón. El piso más alto sirve para el desengordado o primera cocción de la pasta para obte-

ner el bizcocho de porcelana y los dos pisos inferiores para cocer a gran fuego, después de haber aplicado el barniz sobre el bizcocho. En cada piso hay una puerta de trabajo.

Los hogares son simples hogares de cuba con rejillas rectangulares y una de cuyas paredes está constituida por la misma pared del horno. La cuba comunica con el horno mediante varios tragantes por los que pasan las llamas al laboratorio correspondiente, desde el cual pasan al laboratorio inmediato superior por numerosos tragantes abiertos en las bóvedas que los separan.

El horno de Unger (figura 86) es como se ha dicho, de llama invertida. Se compone solo de dos laboratorios. Sirve para la cocción de la porcelana blanca con llamas reductriz y destrucción subsiguiente del humo.

Los hornos de llama natural son de construcción más sencilla y de conducción más fácil que los de llama invertida, pero estos aprovechan mejor el calor por haber una mejor mezcla de gases y además se calientan las pilas de estuches por arriba lo cual es también una ventaja muy apreciable.

Las puertas que sirven para entrar en los laboratorios, se cierran unas veces por medio de ladrillos, y otras veces por medio de placas de tierra refractaria, trabadas con arcilla y sostenidas por barras de hierro; estas placas llevan miras que permiten a los operarios vigilar la marcha de la cocción desde el exterior.

Cuando la cocción se efectúa con leña se carga al principio poco combustible y se deja entrar exceso de aire, y más adelante, cuando ya el horno está caldeado se aumenta el combustible, con lo cual, la atmósfera de oxidante se hace reductriz. Así se sostiene el fuego

hasta principios del máximo de temperatura, con lo cual el hierro contenido en la pasta pasa al estado ferroso y por consiguiente con poder colorante casi nulo. Cuando la cubierta principia a fundir ya puede cocerse otra vez en atmósfera oxidante si se desea y se termina con llama oxidante.

Por mucho tiempo se ha venido empleando la leña exclusivamente como combustible en los hornos de porcelana; el consumo de este combustible, que debía estar seco y ser de buena calidad, era considerable, y entraba por una fuerte partida en el precio de la porcelana. En nuestros días se ha llegado a calentar sin ningún inconveniente los hornos por medio de hulla, modificando algo la disposición de los hogares; la adopción de este combustible ha permitido realizar una economía de más del 75 por 100 en la manufactura que estamos describiendo.

Si la cocción se efectúa con hulla también se principia con cargas pequeñas con las puertas del hogar abiertas. A las seis horas se cierran las puertas y cuando se ha llegado al momento de aplicar el máximo de temperatura se aumenta la carga cuidando de que no falte el aire.

Haremos constar, no obstante, que en Sèvres se reservaba aún no hace muchos años un horno para el caldeo con leña y no sabemos si aún se continuará con esta costumbre, pues la aplicación del color llamado azul de gran fuego no podía hacerse ventajosamente en hornos caldeados con la hulla, ya que la materia colorante no puede resistir la acción reductriz que proviene de la combustión de este cuerpo; la llama de la leña, siendo por el contrario oxidante, afirma y produce excelente resultado en la cocción de este color.

Para cocer la porcelana y para abizcocharla hay necesidad de colocarla en cajas; ya hemos dicho antes de ahora que se da este nombre a recipientes de arcilla refractaria, cuya forma varía con la de las piezas que deben contener.

Las cajas se colocan en pilas unas sobre otras, llenando los hornos de modo que ocupen el menor espacio posible, a fin de aprovechar el calor; cuando la carga del horno se ha terminado, se cierran de la manera dicha las puertas de los laboratorios, y se empieza por encender los hogares del piso inferior manteniendo cerrados los del laboratorio superior.

Muestras formadas por pequeñas placas de la misma clase de la pasta que compone la hornada y se sacan de tiempo en tiempo, sirven para seguir los progresos de la cocción. Cuando se juzga por el estado de estas muestras que la cocción es suficiente, se encienden los hogares del laboratorio superior que contiene las piezas de primera cocción y se cierran todas las aberturas de los hogares del laboratorio inferior. La temperatura necesaria para la cocción de bizcocho es de 60 grados del pirómetro de Wedgwood y de 140 la de cocción de la porcelana cubierta de barniz. Se necesitan treinta y seis horas de caldeo para la segunda cocción en los hornos de Sèvres, y al cabo de este tiempo se cierran todas las aberturas y se dejan enfriar, siendo necesario esperar seis o siete días antes de proceder a la descarga.

Las porcelanas, al salir del horno, presentan a veces defectos que en ocasiones pueden remediarse o disimularse. Uno de los más frecuentes es la aparición de granitos debidos a partículas térreas desprendidas de los estuches y aprisionadas por el esmalte fundido.

Estos granos, cuando es posible, se quitan esmerilándolos cuidadosamente en el torno.

Otros defectos son ocasionados por un barnizado deficiente o dado con barnices de composición inadecuada, pues proceden sobre todo de la naturaleza física y química de las materias que constituyen la pasta por un lado y el barniz por otro. Estos defectos son el *escamado*, el *agrietado* y la *rotura* de la cubierta, que suele acarrear también la de la propia pasta.

Se entiende por *escamado* la caída espontánea del barniz. Es debido casi siempre a adherencia insuficiente entre el barniz y la pasta, falta de adherencia que puede ser ocasionada por haberse interpuesto entre dichos elementos, materias extrañas, tales como polvo de arcilla, cenizas, etc., que no han podido ser eliminadas o destruídas durante la cocción.

El *agrietado*, así como la *rotura* violenta del barniz son debidos a desigual coeficiente de dilatación de la pasta y del barniz. Si éste se contrae más que la pasta se producen grietas, y si la pasta se contrae más que el barniz, éste se rompe.

Las *rugosidades* que presentan a veces las cubiertas pueden evitarse preparando el barniz con una composición tal que resulte más infusible y cociendo la pasta a mayor temperatura después de haber enriquecido en cuarzo o disminuído en feldespato su composición.

Una de las principales ventajas de la porcelana es la de recibir con la mayor facilidad la aplicación de los adornos y las pinturas de variados colores. En el capítulo siguiente se dan todos los detalles de los procedimientos empleados para este trabajo; a ellos remitimos a nuestros lectores como también a los párrafos corres-

pondientes al colorido de la loza fina, excusando su repetición en este sitio. Sin entrar, sin embargo, en consideraciones artísticas sobre el arte de la pintura sobre porcelana, diremos que ésta produce obras de la mayor belleza cuyos precios sobrepujan a veces a lo que la imaginación pudiera suponer, y ocupándose en este trabajo artistas tan afamados e ilustrados como los más célebres de las demás bellas artes, de las que ésta es una rama. Existen en el museo de Sèvres servicios de mesa, vasos, copias de cuadros, etc., cuyo valor pasa de muchos millares de francos por pieza. Estas magníficas obras están en general reservadas para regalar a soberanos y personajes extranjeros y van firmadas por sus autores o marcadas por la fabrica (véase el apéndice de marcas).

#### LA INDUSTRIA DE LA PORCELANA EN VARIOS PAÍSES

Casi todos los Estados de Europa sostienen una manufactura dotada de recursos y subvenciones suficientes para que se pueda entregar libremente a todos los ensayos necesarios para el progreso del arte. En Francia es la manufactura de Sèvres la que desde Luis XV tiene esta misión y la llena de un modo completamente satisfactorio. La industria particular encuentra en estos establecimientos modelos y consejos.

En Berlín, San Petersburgo, Copenhague, Viena y Sajonia, existen igualmente manufacturas sostenidas por el Estado que tienen por objeto la conservación de las buenas tradiciones del arte y la investigación y perfección de nuevos procedimientos.

En España, ya hemos dicho al principio de este MANUAL, que se creó en Madrid un establecimiento

oficial de fabricación de porcelanas que cesó de funcionar a causa de las invasiones extranjeras, sin que se haya logrado después, a pesar de varias gestiones practicadas por algunos amantes de esta bella industria, restaurar definitivamente esta fabricación, a pesar de que aún existen en la Moncloa gran parte de los modelo-moldes y demás enseres que cuando funcionaba se empleaban en la elaboración de efectos que habían logrado por su belleza y buenas condiciones conquistarse un distinguido puesto entre los productos de otras naciones, habiendo llegado los productos elaborados en la Real Fábrica del Retiro a ser los primeros entre todos los procedentes de las demás fábricas de Europa.

La industria particular que se aplica a la fabricación de la porcelana, no tiene en España una gran importancia, y esto proviene de las grandes dificultades de esta fabricación, que impide rebajar los precios lo suficiente para que se adopte para el uso general compitiendo con los productos extranjeros. Las fábricas de Sevilla, de Barcelona, de Segovia, y otras varias hacen sin embargo laudables esfuerzos que no dudamos logran poner nuevamente a la altura que ya había alcanzado la manufactura española de porcelana. Los kaolines empleados en las fábricas de Barcelona suelen ser ingleses, y los feldspatos son franceses, o ingleses o del país, según los casos, pues España posee buenos yacimientos de esta clase de rocas.

En Francia, los principales centros de producción de porcelanas están situados en el departamento de Haute-Vienne (Limoges), en Berry y en los alrededores de París, consumiéndose los kaolines de la localidad y kaolines ingleses según los casos y trabajándose gene-

ralmente con hornos de llama invertida de casi 6 metros de diámetro, alimentados por 12 hogares. Es curioso observar que en Francia hay fabricantes que solo se dedican a la preparación de pastas, las cuales luego son compradas por los fabricantes de porcelana, los cuales trabajan, por consiguiente, con pastas que a veces no conocen lo suficiente. Entre los demás países es de admirar la manufactura de Docia, cerca de Florencia, por la perfección y la importancia de sus productos; este establecimiento, fundado en el siglo anterior, conserva las bellas tradiciones del arte italiano. En Milán existe una manufactura menos artística que abastece el consumo ordinario.

En Alemania las manufacturas de porcelana están más diseminadas por el país, y fabrican porcelanas cuyo principal mérito es su baratura; sólo hay que notar en esta fábrica que se muestra poco fiel a las máximas políticas de Prusia, porque no tiene reparo en copiar los modelos y decorados de las fábricas francesas. También cuecen en hornos de llama invertida, de unos 5 metros de diámetro por término medio. Hay mucha fabricación de material aislante para instalaciones eléctricas, empleando a veces, en este caso, hornos de cocción continua.

En Portugal también se ha logrado establecer esta industria, si bien luchando contra dificultades de todas clases, habiendo encontrado dentro del país la totalidad de los materiales necesarios para la fabricación de la porcelana, llevando sus productos un carácter original que demuestra que están en vías de progreso.

Austria asimismo producía hermosas porcelanas duras; la fábrica de Herend, dedicada a la imitación de

objetos antiguos, ha logrado merecido renombre. Como no quiere sorprender la buena fe de los aficionados, imprime sobre estas imitaciones el sello de la fábrica.

En Dinamarca, la Real manufactura de Copenhague ha hecho nacer en la industria privada algunas fábricas, cuyos productos no son muy notables. La manufactura real, hoy también a cargo de particulares, ha obtenido justa fama por su hermosa fabricación. Operaba con pastas muy silíceas, como indica la siguiente composición:

Kaolín.....	47
Feldespató.....	33
Cuarzo.....	20
	<hr/>
	100

y la cubierta se preparaba con:

Kaolín.....	6,75
Feldespató.....	28,00
Cuarzo.....	48,75
Creta.....	2,75
Cemento de bizcocho.....	13,75
	<hr/>
	100,00

En Waldenburgo, cerca de Breslau, en Silesia, se encuentra uno de los mejores establecimientos cerámicos de Alemania. Esta fábrica sostiene un inmenso número de operarios antes desocupados, y extiende por Alemania excelentes porcelanas, a las que sólo puede reprocharse el copiar demasiado fielmente los modelos franceses, como hacen los fabricantes prusianos.

En Inglaterra no es corriente la fabricación de porcelana dura en ninguna fábrica. La loza, con sus infinitas variedades, unida al gres y otros productos comunes, satisface todas las necesidades, o, mejor dicho,

los rutinarios usos del consumo, que ya hemos dicho es inmenso en Inglaterra, particularmente de loza fina.

PASTAS EMPLEADAS EN LA FABRICACIÓN DE PORCELANAS ESPECIALES

Las pastas empleadas en la fabricación de porcelanas destinadas a usos especiales, difieren sensiblemente de las empleadas en la manufactura de porcelana de mesa o de adorno. Así, por ejemplo, la porcelana resistente al fuego ha de ser confeccionada al parecer, con pastas muy aluminosas, como demuestran las dos composiciones que a continuación se copian, citadas por Arnaud (1) en los siguientes términos:

«¿A qué es debida esa cualidad de la pasta de porcelana resistente al fuego? Se ha observado que contiene un poco menos de sílex y un poco más de alúmina que la pasta de porcelana ordinaria.

«Más abajo damos dos análisis de pasta de porcelana resistente al fuego; la primera de ellas es tomada del *Cours de céramique* de Luynes; la segunda es citada por Bourry.

	De Luynes	Bourry
Sílice. ....	68,70	61,61
Alúmina. ....	28,20	30,01
Óxido de hierro. ....	0,80	1,56
Cal. ....	0,60	3,56
Magnesia. ....	0,20	—
Potasa. ....	0,15	3,26
	98,65	100,00

(1) D. Arnaud y C. Franche. *Manuel de Céramique industrielle*. París, 1906.

»La composición dada por Luynes se acerca mucho más al tipo de la composición de las pastas de porcelanas resistentes al fuego que la indicada por Bourry, pues por la riqueza en cal y potasa de ésta ha de dar una pasta mucho más translúcida y más frágil, ya que ha de ser mucho mayor su vitrificación, que la porcelana de la renombrada fábrica de Bayeux.

»Esto prueba lo poco que puede uno fiar en los análisis químicos hechos en épocas ya remotas por diferentes químicos, aunque éstos fuesen muy sabios; esto es debido, seguramente, a que las materias que han ensayado, aunque procedentes del mismo sitio o de la misma fábrica, no tenían la misma composición.

»Por otra parte: los métodos de análisis, desde la primera mitad del siglo anterior en que fueron hechos la mayor parte de los análisis cuyos datos poseemos hoy, han ido perfeccionándose cada vez más.

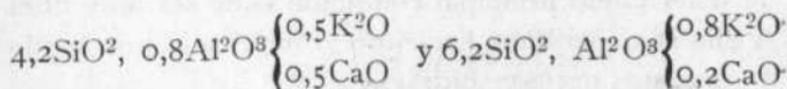
»De modo que, no es consultando estos análisis ya antiguos como los actuales fabricantes pueden guiarse en sus ensayos; si quieren estar enterados con seguridad sobre las primeras materias de que han de echar mano, deben dirigirse a los laboratorios modernos, mucho mejor montados que los de antaño y casi siempre dirigidos por químicos cuya principal misión es la de estar al corriente de los progresos científicos de nuestros tiempos.

»No es decir con esto que pensemos que el análisis químico pueda poner inmediatamente al fabricante en condiciones de obtener el producto que quiera imitar o crear; pero puede ahorrarle, la mayoría de las veces, los tanteos inevitables en los ensayos únicamente empíricos y limitar sus investigaciones en un campo más reducido.

»Volviendo a las porcelanas resistentes al fuego, nuestra opinión es que se ha de evitar en lo posible la presencia de la cal y de los álcalis en las pastas, reemplazándolas con la magnesia y empleando además, como base, un kaolín rico en alúmina.

»Es de toda evidencia que una porcelana así preparada no tendrá la translucidez de la porcelana ordinaria y que ocupará un lugar intermedio entre ésta y los gres blancos de Saint-Uze y de Saint-Vallier, que es el caso en que está, por lo demás, la porcelana de Bayeux, ya citada antes.»

La porcelana destinada a aparatos de laboratorio o material eléctrico, por no requerir una blancura extraordinaria ni una gran transparencia puede fabricarse con primeras materias menos escogidas, aunque de buena calidad. Además, según Watts, las porcelanas destinadas a este último uso, o sea para material aislante, pueden ser cocidas a una temperatura comprendida entre 1250 y 1370 grados, y la composición de su pasta puede variar, sin inconveniente, entre las que corresponden a las dos fórmulas moleculares siguientes:



He aquí dos pastas y dos cubiertas para porcelanas destinadas a material eléctrico:

*Pastas.*

	I	II
Kaolín de Sedlitz.....	40	—
Arcilla refractaria, de cocción blanca....	—	20
Kaolín de Bohemia.....	—	30
Feldespató de Suecia.....	25	—
Feldespató ordinario.....	—	10
Arena cuarcifera.....	25	—
Arena fusible (micácea) de Hohenbocka.	—	40
Cemento.....	5	—

*Cubiertas.*

	I	II
Arena cuarcifera.....	25	—
Arena de Hohenbocka calcinada .....	—	32,50
Feldespató de Noruega, de clase buena...	—	25
Feldespató de Suecia.....	30	—
Creta.....	30	8,25
Kaolín lavado.....	—	10
Kaolín de Meissen.....	5	—
Kaolín inglés.....	10	—
Cemento.....	—	24,25

La porcelana destinada a morteros y molinos ha de tener como principal condición la de ser muy dura. A ello se contribuye haciendo el moldeado por medio de potentes prensas hidráulicas.

## FABRICACIÓN DE LA PORCELANA EN CHINA (I)

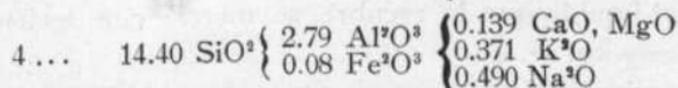
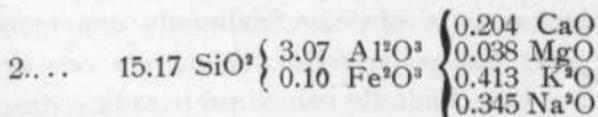
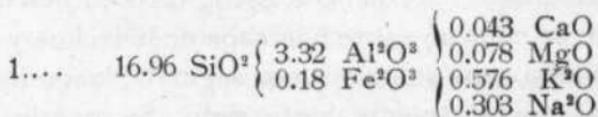
Según indicó Vogt en 1900, las primeras materias empleadas por los chinos para la preparación de las

(1) De la *Química industrial* de Wagner, Fischer y Gautier, pág. 126.—Valencia.

pastas y barnices son el kaolín y el hoa-ché, el pe-tun-tzé y el yeou-ko. Las *materias plásticas*, el kaolín y el hoa-ché, son mezclas en las que predominan la kaolinita y la mica blanca, las *materias fusibles*, el yeou-ko y el pe-tun, contienen cuarzo, mica blanca y pequeñas cantidades de feldespato en estado de albita. Véase el resultado de los análisis practicados por Vogt para determinar la composición de algunas pastas:

	1	2	3	4
	Pasta del Fabricante Ho.	Pasta del fabricante Li.	Pasta para grandes piezas.	Pasta para piezas medianas.
Kaolín de Tong-Kang...	40	30	—	—
Petun de Kimen.....	40	50	—	—
Yeou-Ko de Kouï-Ki....	20	20	—	—
Hoa-ché.....	—	—	57,15	40
Yeau-Ko de Ton-Tchang	—	—	42,85	60

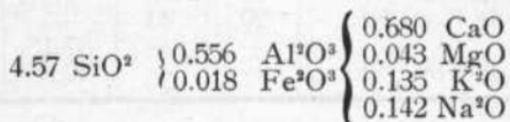
Las pastas 1, 2 y 4 corresponden a las fórmulas siguientes:



Se trituran los materiales amasándolos con agua y revolviendo la mezcla. Al cabo de seis horas se procede a la levigación, y recogiendo el producto en una tela y

poniendo en seguida a secar en una caceta entre dos capas de ladrillos secos. Se trabaja luego esta pasta y se distribuye entre los obreros en forma de panes. El residuo de la levigación se vende y los compradores lo destinan a la fabricación de porcelana de calidad inferior. Todas las pastas tienen que cocerse en una atmósfera francamente reductora, para que puedan adquirir el máximo de transparencia y de blancura. No se cuecen previamente para la aplicación del barniz; éste se aplica por aspersión sobre la pasta cruda. A las piezas grandes se les aplican tres capas por insuflación y se da una cuarta y última capa con un pincel blando.

La *cubierta* está formada por una mezcla de cal y de yeou-ko. Puede representarse por la fórmula siguiente:



La cal se obtiene por calcinación de las calizas puras. Los pedazos más blancos, escogidos con muchísimo cuidado, se colocan sobre una capa de helechos y sobre esta primera capa se coloca una segunda, luego una tercera y así sucesivamente hasta siete. Se prende fuego a los helechos y se obtiene finalmente una mezcla de cal y cenizas, que se pulveriza. Se mezcla con agua, se revuelve, y la lechada de cal así preparada y despejada del líquido que la recubre, se mezcla con lechada de yeou-ko.

Según Vogt, la temperatura de cocción de las porcelanas de china es algo inferior a la más generalmente adoptada en Europa. Las porcelanas fabricadas en Francia se cuecen a 1370 grados, pudiendo admitirse, por

consiguiente, para las pastas de la China la temperatura de 1280 a 1300 grados. Los hornos de porcelana china son hornos echados de eje horizontal, en los cuales la temperatura y la naturaleza de la atmósfera han de presentar notables diferencias en las distintas regiones, cosa que aprovechan los fabricantes chinos, escogiendo la región más conveniente para cada pasta o barniz.

Los chinos emplean desde hace bastante tiempo barnices de color. El *rojo de cobre* (kun-houng), por ejemplo, se obtiene con la ayuda de un fundente plomizo al que se le incorpora cobre. En una caldera se funden pastas iguales de sílex en polvo y limaduras de plomo. Después de enfriada la masa, bien mezclada durante la fusión, se tritura en un mortero de porcelana con salitre (3.730 kilogramos de mezcla y 1.243 de salitre) y se funde en un vidrio que se designa con el nombre de ting-leao. Se mezcla entonces:

Ting-leao.....	64
Jade artificial.....	64
Limaduras de cobre.....	12
Perlas de vidrio de color..	12
Vidrio de botellas.....	12

Esta mezcla se tritura y amasa durante un mes; luego se diluye en la cubierta blanca a la lechada de yeou-ko y a la lechada de cal. La primera capa se aplica sobre el bizcocho por inmersión, y después de secada al sol se aplican otras tres capas con un pincel (I).

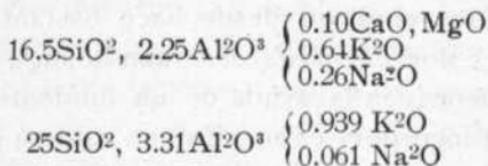
#### PORCELANA JAPONESA

Las porcelanas japonesas, como las chinas, son mucho más ricas en sílice que las europeas, y menos en

(1) Véase *Bulletin* de la Société d'encouagement, año 1900, p. 530.

alúmina, puesto que en las pastas japonesas se encuentra de 71.31 a 74.53 de sílice, mientras que en las europeas sólo hay de 52.94 a 66.78, y con respecto a la alúmina, hay de 16.09 a 19.94 en las japonesas, por 22.70 a 28.91 en las europeas.

Granger cita que las pastas japonesas examinadas por Seger, estaban comprendidas entre



y que las cubiertas son del tipo chino próximamente, o sea, comprendidas entre  $4.42\text{SiO}_2$ ,  $0.55\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{M}_2\text{O}$ , y  $5.04\text{SiO}_2$ ,  $0.59\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{M}_2\text{O}$ .

La cocción se practica en hornos de funcionamiento casi continuo.

#### DIENTES ARTIFICIALES

La fabricación de dientes artificiales data del siglo XVIII. Parece ser que en 1728 (1) Pierre Fauchard indicó el uso del esmalte; en 1774 Duchateau empleó porcelana en vez de marfil y posteriormente Chaumant recomendó la adición de tierra de pipas a la pasta de porcelana, introduciendo esta industria en Inglaterra y patentando su procedimiento en 1791, y finalmente, en 1817, Plantón fabricó dientes artificiales en los Estados Unidos.

(1) Todos los datos referentes a este párrafo han sido tomados de la excelente obra *Industrial and Manufacturing Chemistry*, por Geoffrey Martin (1917).

Fouzi, en París (1808) indicó el uso de alfileres de platino para sujetar los dientes.

En la actualidad, Inglaterra y los Estados Unidos son los mayores productores de este artículo.

Para fabricar los dientes se emplean el feldespato, el kaolín y la sílice, los cuales se pulverizan hasta obtener un polvo impalpable. Con este polvo se prepara una masa espesa, a la que se adicionan determinados óxidos o sales (titano, cobalto, urano, manganeso, etc.) para darle el color deseado. Luego se moldea mediante moldes que aplican al diente el sujetador de platino, y, finalmente, se cuecen hasta una vitrificación conveniente a la temperatura de unos 480 grados. Después de esta cocción se cubren con el esmalte que está preparado con las mismas materias que la parte del diente, pero en proporciones distintas.

La pasta de los dientes artificiales corresponde a la de la porcelana dura y se procede en la fabricación de manera análoga a la seguida en la manufactura de dicha clase de porcelana.

Para obtener una coloración exactamente igual a la de la dentadura del paciente a quien ha de ser colocado el diente o dientes, los dentistas aplican a los dientes artificiales un ligero esmalte de tono conveniente en la parte delantera o visible del diente, cociéndolo en un pequeño horno de mufla.

## II.—Porcelana tierna, su naturaleza y fabricación.

### PORCELANA TIERNA CONTINENTAL.

Creemos que sólo por un error de dicción se da el nombre de porcelana al producto de que nos vamos a

ocupar; parécenos, en efecto, que no deben comprenderse con el nombre de porcelana más que los objetos fabricados con el kaolín y el feldespato y en el producto conocido con el nombre de porcelana tierna no entran ni uno ni otro, debiendo más bien considerársele como un vidrio o un esmalte. Este vidrio arcilloso, opaco y semifundido, proporciona preciosos recursos al arte del decorado cerámico; pero es preciso no confundirlo con la admirable producción, tan notable por su dureza, su transparencia y enorme resistencia de su vítrea cubierta, llamada porcelana dura, verdadero término de la industria cerámica.

La porcelana tierna es el producto ya pasado a la historia, que los fabricantes franceses compusieron en tiempo de Luis XV, cuando en toda Europa se trataba de imitar la porcelana china. Los procedimientos descubiertos en esta época sirvieron para la confección del producto que lleva el nombre de *Vieux Sèvres*, en Francia, y *Vieux Saxe*, en Alemania. La porcelana tierna ha sido en el último siglo la gloria de las manufacturas de Sèvres, y los ejemplares que quedan de tiempo de Luis XV y Luis XVI son en el día sumamente apreciados.

La fabricación de la porcelana tierna fué abandonada en cuanto se descubrió en Europa la manera de fabricar verdadera porcelana de China o porcelana dura, pero este abandono no ha hecho más que dar aún un precio más alto a los objetos de *Vieux Sèvres*.

En el día se ha vuelto a fabricar este producto en algunas fábricas de Francia e Inglaterra, pero el objeto especial de esta fabricación, poco importante por el número de piezas anualmente producidas, es el deco-

rado y pintura, a los cuales se presta admirablemente esta porcelana.

Brongniart, que ha colocado la porcelana tierna en la séptima y última clase de las producciones cerámicas, define esta substancia del siguiente modo:

«Pasta fina densa, de textura casi vítrea, dura, translúcida, fusible a una elevada temperatura.» Este término de fusibilidad, denota desde luego la presencia de un vidrio más que la de un objeto cerámico.

La pasta de la porcelana tierna contiene siempre un principio que la comunica bastante fusibilidad para que a una elevada temperatura pueda adquirir una translucidez semejante a la del vidrio; esta transparencia es debida, unas veces a los álcalis, la sosa o la potasa, y otras a las sales de bases térreas, tales como los sulfatos de cal y barita, o a los fosfatos que, unidos a los elementos térreos, arcilla y feldespato, pueden formar compuestos fusibles.

El barniz de la porcelana tierna es ya un compuesto de sílice, de álcali y de plomo, ya también un compuesto de sílice, feldespato, bórax y óxido de plomo.

La cocción de la porcelana tierna es doble; se cuece primero el bizcocho, y después éste se cubre del barniz y adorno correspondiente; como el calor llega hasta ablandar las piezas, hay necesidad, si su forma lo exige, de colocarlas de modo que se sostengan mutuamente, cociéndolas unas dentro de otras, apoyadas sobre macizos o salientes de ellas mismas, sobre los que se apoyan y verifican su contracción sin obstáculo.

Como el bizcocho de la porcelana tierna no es absorbente, las cubiertas se aplican por el procedimiento de riego que ya conocemos.

Las pastas de esta clase son susceptibles de recibir todos los colores: se pueden aplicar muchos colores de fondo sobre el bizcocho y sobre el barniz, contándose el azul entre ellos; finalmente, el barniz incorpora fácilmente los colores en su propia masa, lo cual produce una cubierta muy brillante.

La fabricación de la porcelana tierna, tal como se practicaba en Sèvres desde 1750 a 1804, era muy complicada, según Alejandro Brongniart, al que copiamos la descripción de los procedimientos.

La pasta para la fabricación de esta porcelana, estaba compuesta del modo siguiente:

Nitro fundido.....	440
Sal marina.....	144
Alumbre .....	72
Sosa de Alicante.....	72
Yeso de Montmartre .....	72
Arena de Fontainebleau .....	1.200
	<hr/>
	2.000

Después de mezclar bien estas substancias, se las tostaba en un horno de bizcocho; se machacaba la masa resultante, lavándola con agua caliente y se formaba una pasta, dándole cuerpo con la creta y la marga caliza en las proporciones siguientes:

Frita precedente.....	75
Creta blanca.....	17
Marga caliza de Argenteuil. ....	8
	<hr/>
	100

Todos estos materiales debían ser mezclados, íntimamente molidos y pasados por tamiz de seda, procediendo después a la confección de pastas para el laboreo de objetos.

El barniz para los materiales anteriores se componía del siguiente modo: (1)

	1	2
Litargirio .....	42,105	28
Arena de Fontainebleau.	29,70	27
Silex calcinado .....	12,30	11
Carbonato de potasa ....	5,64	15
Carbonato de sosa.....	10,255	9

Las substancias mezcladas y molidas se fundían en crisoles, y la parte resultante se molía de nuevo, volviéndola a fundir segunda vez, después de lo cual se pulverizaba para formar la barbotina o papilla.

La pasta, que carecía de cohesión, no se prestaba a otro laboreo que el del moldeado, por el que se obtenían todas las piezas; los moldes hechos de yeso eran de gran espesor y daban el exterior de la pieza; un macizo de yeso producía el interior, comprimiéndole dentro de la pasta por medio de una prensa; las piezas moldeadas se terminaban y reducían de grueso en el torno; las guarniciones se hacían del mismo modo, y se pegaban con barbotina.

Las piezas terminadas se cargaban en cajas para llevarlas al horno; estas piezas sufrían por la cocción reblandecimientos y contracciones que exigían, como

(1) La composición 1 es la que constaba en la 1.<sup>a</sup> edición de esta obra, no conociendo la procedencia de ella; la composición núm. 2 es la citada por Granger quien, al parecer, ha consultado el manuscrito de Hellot en que están registrados todos los datos conocidos sobre la antigua fabricación de porcelana tierna en Sèvres.—J. V.

ya hemos dicho, cuidados especiales y soportes hechos de su propia pasta.

La cocción de la porcelana tierna era mucho más larga que la de la porcelana dura, exigiendo de setenta y cinco a cien horas.

El barniz se aplicaba sobre el bizcocho por riego, y para que cuando estaba diluído en agua formando la papilla, no se precipitase demasiado pronto, se agregaba a la barbotina un poco de vinagre; las piezas barnizadas volvían al horno sin soportes, en cajas semejantes a las que servían para el bizcocho pero bañadas interiormente del mismo barniz para que no absorbiesen el de las piezas que protegían.

Una poca porcelana tierna todavía se fabrica en el día en Francia, en Tournay, en Saint-Amand y en Arras. Se emplea generalmente en los *restaurants* de París, a causa de su peso y resistencia a los choques; sin embargo, si es más tenaz y soporta los golpes mejor que la porcelana dura, resiste menos bien que ésta los cambios de temperatura.

La composición de la pasta de porcelana tierna de Saint-Amand es como sigue:

Sílice.....	76
Alúmina.....	9
Sosa.....	5
Cal.....	10
	<hr/>
	100

Se prepara esta pasta con una arcilla figulina, tierra margosa y creta; una frita, preparada con arena y sosa, proporciona la substancia alcalina que debe comunicar a la mezcla la fusibilidad que caracteriza la pasta tierna.

## PORCELANA TIERNA INGLESA

Si la porcelana tierna carece de importancia comercial en casi todos los países, en Inglaterra, por el contrario, la tiene muy notable. En la porcelana tierna inglesa entra el kaolín, de suerte que este artículo es allí un producto especial que tiene un puesto intermedio entre la loza fina y la porcelana dura.

La composición de esta pasta varía en razón del uso a que se destinan las piezas; la más generalmente usada, en la cual no entra frita, destinada a los usos de mesa, resulta de las materias siguientes, mezcladas y laboreadas, como hemos dicho que se practica en la confección de pastas para la loza fina:

Kaolín.....	11
Arcilla plástica.....	19
Feldespató.....	21
Fosfato de cal.....	49
	100

La pasta fritada o tostada, que sirve para fabricar objetos de escultura y adornos de relieve, contiene:

Arena.....	33 *
Fosfato de cal.....	65
Potasa.....	2
	100

Esta mezcla se tuesta y se le agrega después de molida 21 partes de kaolín. Estas pastas ya hemos dicho que se trabajan como las de las lozas finas.

El barniz para estas porcelanas se compone de:

Feldespato.....	48
Arena blanca.....	9
Bórax bruto.....	22
Flint-glass.....	21
	100

Se tuesta esta mezcla y se le añade, cuando está molida, 12 partes de minío.

Tomadas de Prüssel, Bourry anota la composición de las siguientes pastas para porcelana inglesa:

	1	2	3	4	5	6
Zaolín.....	30	28	23	—	23	30
Pegmatita.....	18	30	31	23	27	7
Arcilla plástica..	—	—	—	23	—	4
Cuarzo.....	—	—	—	14	—	3
Cemento de bizcocho.....	5	—	—	—	—	—
Huesos calcinados.....	47	41	46	46	46	50
Frita alcalina....	—	—	—	—	3	6

y esta frita alcalina está preparada con alguna de las siguientes mezclas:

	A	B
Pegmatita.....	56	60
Cuarzo.....	20	30
Sosa.....	8	—
Bórax.....	8	10
Oxido de zinc.....	8	—

La cubierta de las porcelanas inglesas puede prepararse con las siguientes materias:



La frita que entra en la pasta núm. II se componía de:

Arena silícea .....	100
Carbonato de potasa .....	8

En el caso de querer fabricar estas porcelanas sin disponer de las primeras materias citadas, se ha de observar que no hay materia que pueda substituir al kaolín inglés, siendo los kaolines poco arenosos los menos inconvenientes para hacer sus veces; por ejemplo los kaolines alemanes de Sedlitz y de Hirschau.

Tampoco el cornish-stone encuentra su análogo entre los materiales continentales, pero puede substituirse por la siguiente mezcla:

Feldespato de Suecia .....	50
Cuarzo .....	25
Kaolín no cuarcífero .....	25

pues aunque no resulta de igual composición que el cornish-stone es perfectamente aplicable para este uso.

Respecto de los huesos, deben ser preferidos los de perro y buey. Los menos a propósito son los de cerdo.

Con respecto a las cubiertas de las anteriores porcelanas se preparan con las siguientes materias, entre las cuales se nota la presencia de una frita. Los números que encabezan las columnas se refieren a las pastas citadas en la página anterior.

*Cubiertas.*

	1	2	3	4	8	7 y 9.	9 y 10
Cornish-stone.....	15,5	30	2	—	157	53	50
Silíce.....	6,5	2	3,5	71	34	52	50
Cerusa.....	31	30	—	117	118	79	50
Kaolín.....	—	—	16	22	—	—	—
Feldespato.....	—	—	—	42	—	—	—
Frita .....	24	90	200	348	314	265	270

Estas fritas se preparan con:

	1	2	3	4	8	7 y 9.	9 y 10.
Cornish-stone.....	6	24	—	—	90	56	81
Nitro.....	2	—	—	—	—	—	—
Bórax.....	12	53	100	7,25	150	68	121
Sílex.....	4	40	—	7	115	45	66
Potasa perlada.....	2	—	—	—	—	—	—
Feldespato.....	—	32	75	11,75	—	—	—
Creta fina.....	—	16	60	47,5	48	54	66
Kaolín.....	—	—	—	42,5	19	34	51

La cubierta de la porcelana número 4 es la más dura, cociendo a temperatura un poco más alta que la correspondiente al cono número I de Seger.

Couper analizó tres clases de porcelana inglesa y el análisis dió los siguientes resultados:

	1	2	3
Sílice.....	39,88	40,40	39,68
Alúmina.....	24,48	24,15	24,65
Magnesia.....	—	0,43	0,31
Cal.....	10,06	14,22	14,18
Fosfato cálcico.....	26,44	15,32	15,39
Alcalis.....	2,14	5,28	5,79

La porcelana tierna inglesa participa de las cualidades de la porcelana tierna francesa, sin poseer tanta belleza como ésta; no tiene, sin embargo, la misma composición, y, por lo tanto, carece aquélla de los inconvenientes de que ésta adolece. Conteniendo kaolín, la pasta es bastante plástica y se laboreo mejor, y además tiene la esencial ventaja de soportar el fuego sin deformarse, lo cual no sucede con la francesa.

Por esta razón encontramos la porcelana inglesa sir-

viendo para varios fines, y tan pronto la vemos bajo la forma de magníficos jarrones primorosamente decorados y en servicios de gran riqueza, como bajo la de servicios de te y almuerzos para uso de modestos compradores.

Resumiendo: La porcelana tierna inglesa, según ciertos autores, no es más que una especie de loza fina, a la que, por la adición de una pequeña proporción de huesos calcinados o de fosfato de cal, se le ha comunicado la propiedad de experimentar, al fuego, una especie de vitrificación semejante a la de la porcelana dura, lo que, condensando las partículas de la pasta, a ésta da cohesión y translucidez. La cubierta es un barniz de fayenza fina, puesto que es a base de plomo con mezcla de óxidos alcalinos y alcalino térreos, combinados con el ácido bórico y el ácido silícico.

Inglaterra conserva todavía actualmente el monopolio de este producto, que, si bien es menos sólido al uso que la porcelana dura, preferida en el continente, tiene la ventaja de cocer a temperatura menos alta y de ser susceptible de un decorado fácil, por ser también la cubierta mucho más fusible que la de la porcelana dura.

Fuera de Inglaterra, sólo en Sarreguemines (Lorena) y en Vandrevanges (Wællerfangen) de la Prusia Renana se fabrica porcelana tipo inglés.

#### PORCELANA TIERNA PARIAN

Es una porcelana estatuaria o bizcocho, es decir, sin barnizar, inventada en Inglaterra para imitar el mármol de la isla de Paros. La pasta está formada principalmente de kaolín y feldespato, y es de color algo amarillento, y además susceptible de ser coloreada para

darle el aspecto de las piedras naturales de precio elevado.

Esta porcelana ofrece verdaderas ventajas sobre el bizcocho de porcelana dura en la manufactura de bustos, figuras y demás objetos artísticos, porque es más fusible (cuece entre 1200 y 1250 grados), y porque durante la cocción adquiere un aspecto céreo, con un reflejo especial, muy agradable a la vista. En cambio; sólo puede moldearse por colada, porque la pasta resulta poco plástica, y la cocción, a veces, se hace en cinco o seis veces seguidas, con temperaturas cada vez más altas.

La pasta de esta porcelana se prepara con la siguiente mezcla (fórmula de Luynes):

Kaolín arcilloso.....	30
Feldespato cristalizado un poco ferruginoso.....	60
Arcilla plástica blanca.....	10

La fórmula siguiente, de Salvetat, da los mismos resultados:

Kaolín lavado.....	40
Feldespato cristalizado de Bayona...	100
Arcilla de Dreux.....	10

También es empleada la siguiente mezcla que da un producto más parecido a los productos ingleses y que cuece a temperatura más baja que las anteriores:

Kaolín.....	15
Arcilla de Dreux.....	15
Frita ..	70
	100

y esta frita se preparaba con:

Feldespatocristalizado.....	80
Carbonato potásico desecado.....	20
	100

Salvetat también cita pastas en las que entra fosfato de cal y otras en las que entra la barita.

Otras pastas para esta clase de porcelana se componen de:

	1	2	3	4
Kaolín.....	60	37,5	33	36
Feldespatocristalizado.....	30	62,5	45	40
Cornish-stone.....	—	—	22	—
Arcilla.....	10	—	—	—
Frita.....	—	—	—	24

y la frita citada se hacía con:

Arena silícea.....	80
Feldespatocristalizado.....	35
Cornish-stone.....	15
Carbonato potásico.....	12

#### PORCELANAS TIERNAS PARA BOTONES, IMITACIÓN DE PIEDRAS NATURALES, PERLAS, ETC.

La fabricación de botones de pasta feldespática se aproximaría al arte del vidrio, si los procedimientos de manipulación tuviesen la menor relación con los empleados por los vidrieros. La naturaleza de la masa es casi vítrea, y la composición de la pasta no contiene ninguna mezcla plástica.

Estas porcelanas tiernas mates feldespáticas fueron inventadas por Prosser en 1840 y están compuestas de una mezcla de elementos fusibles (fosfato de cal y feldespatocristalizado) a la cual se adicionaba un cuerpo graso (leche,

caseina emulsionada en una disolución de ácido bórico) para comunicarle plasticidad. La mezcla de Prosser se reducía a polvo, luego se aglomeraba y por fin se moldeaba con pequeñas máquinas de palanca. La cocción se efectuaba en los hornos en que se cocía la porcelana tierna fosfática.

Esta fabricación, fué notablemente mejorada por Bapterosse, autor de la prensa de este nombre, quien preparaba generalmente la pasta con una mezcla como la de Prosser, pero a veces también con solo feldespatu muy fusible.

La fabricación de botones de porcelana comprende la de los llamados botones ágatas y botones strass.

La pasta ágata está compuesta de una mezcla de fosfato de cal en pequeña cantidad y de feldespatu puro, lavado por los ácidos, con objeto de quitar el hierro que accidentalmente suele encontrarse en los minerales; la pasta de strass se compone de feldespatu puro, mejor cuanto más fusible sea; se le comunica adherencia a la masa agregándole cierta cantidad de leche, con objeto de que se pueda moldear, previa la conveniente desecación.

Una sola prensa puede moldear 500 botones de un golpe, y el operario que la dirige puede dar tres golpes por minuto, que hacen 1.500 botones.

Saliendo de la prensa los botones, se colocan por sí solos sobre una hoja de papel sostenida en un marco de hierro, del que por un simple movimiento se encuentran trasladados a la placa de tierra que los sostiene en el horno.

Los hornos que se emplean en la cocción de los botones, son redondos o rectangulares, pero el princi-

pio de su construcción es el mismo en ambos casos; el hogar es central como en los hornos de vidrio; un cierto número de arcos se reparten el espacio del circuito del horno, y cada uno de ellos recibe seis o siete muflas superpuestas, según su altura; la llama sube del hogar hasta la bóveda, y desciende reflejada sobre cada una de los arcos, circulando por entre las muflas hasta los conductos colocados en la parte inferior, que van a reunirse a la chimenea central. Los hornos circulares de Bapterosse tienen sesenta muflas, y los rectangulares sólo tiene veintiocho, pudiendo estar en actividad muchos meses sin necesidad de reparación.

Cada una de las muflas puede recibir una placa de tierra refractaria de la misma dimensión que la hoja de papel, en la que se colocan los botones al salir de la prensa; cuando la placa está roja, el operario coloca sobre ella la hoja de papel cubierta de botones; el papel se quema, y éstos se encuentran colocados sobre la placa en la misma forma ordenada y simétrica que tenían en el momento del moldeado; las placas colocadas al fuego nuevamente después de recibir los botones y quemar el papel, permanecen en la mufla diez minutos, tiempo suficiente para la cocción, después de los cuales se retiran, quitando con un rastro los botones, y como conservan aquellas todo su calor, pueden servir inmediatamente para una nueva operación.

Los botones se recogen en cajas de hierro, en las que se enfrían.

#### DECORADO

Introduciendo en la pasta de los botones diferentes óxidos metálicos, se obtienen botones de varios colores.

Se han preparado botones azules de varios tonos con el óxido de cobalto, solo o mezclado con el óxido de zinc y la alúmina; verdes de varios tonos con el óxido de cromo; gris con el óxido de níquel; pardos con el cromato de hierro; negros con el óxido de cobre, etc.; estas pastas coloreadas se cuecen del mismo modo que si los botones fuesen de pasta blanca.

Los botones pueden también ser dorados, pintados, estampados, etc., empleando los procedimientos detallados al practicar estas operaciones sobre los demás productos cerámicos.

Los botones blancos o coloreados se ponen en cartones para darlos al comercio; esta operación es la única que se hace a mano, y para ello dichos cartones vienen ya picados mecánicamente, con lo que las operarias encargadas de ella sólo tienen que pasar un hilo por los botones y los agujeros o picaduras practicadas en dichos cartones.

La fábrica de botones de Babterosses, en Briare (Francia), fabricaba al día cinco millones de botones de porcelana, y los expedía a tan bajo precio, que las antiguas fábricas de Inglaterra, en donde se inventó y desarrolló esta industria, venían a Francia a comprar botones que luego vendían allí como de producción nacional.



## CAPÍTULO VI

### DECORADO DE LOS PRODUCTOS CERÁMICOS

Todos los productos cerámicos pueden recibir colores en su superficie, con objeto de modificar y decorar su aspecto exterior. Unas veces las materias colorantes están mezcladas al cuerpo de la pasta, y se dice que los objetos son de pasta coloreada; otras veces la materia colorante se aplica en la superficie de los objetos y se recubre después con un baño cristalino, llamándose entonces colores bajo la cubierta; algunas veces también está la materia colorante íntima y uniformemente repartida en el baño, obteniéndose de este modo fondos variados muy brillantes y ricos de tono, que toman el nombre de colores por inmersión, recibiendo este nombre del procedimiento generalmente empleado en su aplicación a los objetos. Finalmente, el decorado consiste principalmente en la aplicación, en la superficie de los objetos cerámicos, de colores brillantes y variados; la pintura sobre porcelana y loza fina entra en este género de adorno, y a veces esta pintura aumenta de un modo considerable los precios de las piezas construídas.

El carácter principal y genérico de las decoraciones cerámicas, carácter que resulta de la condición esencial de la aplicación del calor para fijar los colores, es una conveniente resistencia e inalterabilidad; esta misma condición limita el número de las substancias que pueden emplearse.

Por regla general, estas substancias deben ser inalte-