



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

CERAMICA DE ARTESANIA EN MEXICO

CARLOS RAFAEL NORIEGA ROMERO

INGENIERIA QUIMICA

- 1977



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Tesis 1977
LAB. [REDACTED]
AÑO [REDACTED]
FECHA [REDACTED]
PROC. [REDACTED]
[REDACTED]

304



Jurado asignado originalmente

PRESIDENTE. Dr.Liberto de Pablo Galán.
VOCAL. Dr.Francisco Esparza Herrada.
SECRETARIO. Ing.Alberto Obregón Pérez.
1er.SUPLENTE.Quim.Irma Aguilera Ortiz.
2do.SUPLENTE.Ing.Antonio Guerrero Ponce.

Sitio en donde se desarrollo el tema: México,D.F.

Nombre del sustentante:Carlos Rafael Noriega Romero.

Nombre del asesor del tema: Dr.Liberto de Pablo Galán.



"El que enseña al hombre la ciencia, ese mismo proveyó y dió a los indios naturales grande ingenio y habilidad para aprender todas las ciencias, artes y oficios que les han enseñado porque con todos han salido en tan breve tiempo que en viendo los oficios que en Castilla están muchos años en les aprender acá en solo mirarlos y vellos hacer han quedado maestros"

Para ti Madre

A mis hermanos y amigos.

A Don José Basagoiti

Abú

En agradecimiento a todos
los que de una u otra forma han-
colaborado en mi educación y aque-
llos que hicieron posible este -
trabajo especialmente Ing.Pablo
Hope y Dr.Liberto de Pablo.

I N D I C E

I. Introducción.....	Pág 1.
II. Desarrollo Histórico.....	" 3.
III. Centros Productores.....	" 8.
IV. Medio ambiente en el que se produce la cerámica de artesanía "	14.
V. Materiales.....	" 17.
A. Arcillas	
B. Otros materiales	
VI. Pastas.....	" 32
A. Relaciones en el sistema arcilla-agua	
B. Preparación de la pasta	
C. Plasticidad	
D. Composición	
VII. Formación del cuerpo.....	" 54
A. Manual	
B. En torno	
C. En molde	
D. Acabado de las piezas	
VIII. Secado.....	" 65
IX. Quemado.....	" 77
A. Proceso	
B. Propiedades que desea controlarse en los objetos	
C. Equipo	
X. Decoración.....	" 98
A. Terminado de la pieza	
B. B ajo barniz	
C. En el barniz--	
D. Sobre barniz	
XI. Barnices.....	" 105
A. Generalidades	
B. Composición	
C. Tipos de barniz	
D. Texturas y efectos especiales	
E. Preparación	
F. Aplicación	

G. Quemado.	
H. Formulaci3n	
I. Coeficiente de dilataci3n y viscosidad	
J. Defectos	
XII. Colores cer3micos.....	P3g 146
XIII. El problema de la toxicidad en la loza mexicana.....	" 167
XIV. Pruebas de laboratorio.....	" 177
A. Generalidades	
B. En las materias primas	
C. En arcillas y pastas	
D. En barnices	
XV. Producci3n.....	" 190
A. Etapas	
B. Algunas caracteristicas de los centros productores.	
Comentarios generales.....	" 218
Bibliograf3a.....	" 220

I-introducción

I. INTRODUCCION

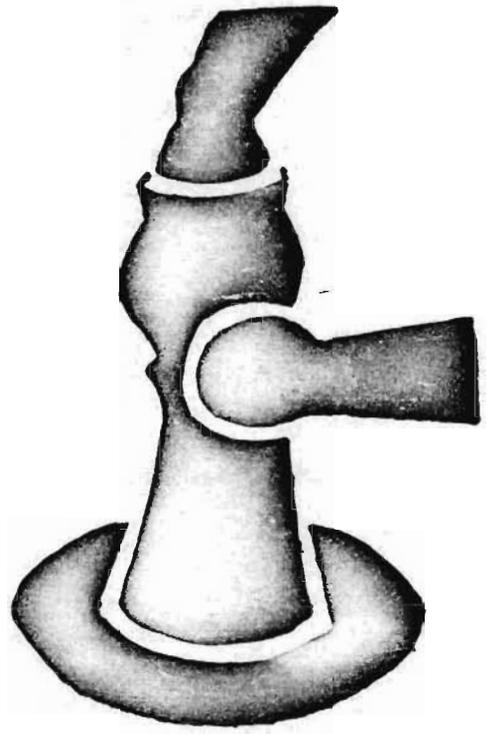
La artesanía se define originalmente como un trabajo manual transformador de materias primas, realizado en general por cuenta propia y en todo caso, en pequeñas unidades con un bajo grado de división del trabajo y en el que la habilidad profesional conseguida a través de un largo aprendizaje es aplicada sin la ayuda (o en pequeña escala) de máquinas. Es el tipo de producción predominante en la Edad Media y estaba organizado en gremios y corporaciones que controlaban la calidad del producto y la entrada al sector así como buena parte de la vida social de sus miembros. Las innovaciones técnicas propias de la revolución industrial que impusieron el trabajo en serie con costos más bajos, ocasionaron su desaparición en muchos sectores, sin embargo, ha subsistido en aquellos lugares donde la técnica ha penetrado poco o donde el tipo de producto aunque producido en determinadas cantidades está relacionado con formas artísticas tradicionales o modernas, usándose el término artesanía actualmente, para designar este tipo de objetos y no únicamente los producidos individualmente y con técnicas arcaicas.

Antiguamente artesano era todo aquel que ejecutaba un arte u oficio meramente mecánico. Actualmente se distingue del obrero fabril ya que en los objetos producidos imprime ciertas características de su personalidad, siendo éstos los productos de artesanía, aunque muchas veces por las características del producto tengan que trabajar uno al lado del otro dependiendo la producción de ambos.

De acuerdo con lo anterior incluiremos en este trabajo tanto los objetos creados individualmente, con muy poco uso o ninguno de las técnicas modernas y de diseños arraigados a profundas tradiciones, así como objetos en los que para su fabricación se hace uso de esas técnicas y que son producidos en serie, pero que aun así tienen cierto valor artístico, debido a la tradición que encierran o a las cualidades estéticas transmitidas por el autor a su obra a través del trabajo manual desarrollado en ella. Por lo que se refiere a ciertos objetos de fabricación en serie que aún teniendo ciertas formas tradicionales no puedan considerarse como de artesa-

nía, serán tratados únicamente en cuanto a su relación con ésta. A sí bien, quedarán excluidas de este trabajo ciertas ramas de la cerámica industrial que se dedican a la producción de objetos con un simple valor utilitario y en los que la estética no es una variable fundamental de diseño, aún cuando en algunos de ellos se legran ciertas cualidades estéticas al cumplir el objeto su función con toda la eficacia posible.

Por otro lado el término cerámica en su más amplia definición es el arte y ciencia de modelar objetos con materiales de tierra y con ayuda del calor por lo que dentro de la cerámica quedan incluidas un grupo muy variado de industrias relacionadas entre sí. Las hay que fabrican productos de arcilla, otras que se dedican al vidrio, metales esmaltados, en donde el metal no es un material cerámico y aquellas que se dedican a hacer cementos y yeses que sí son productos cerámicos, pero sin embargo los objetos que se hacen con ellos no lo son. En este estudio únicamente haremos mención de los productos fabricados con arcillas que son a los que comunmente nos referimos cuando hablamos de cerámica en el medio mexicano.



II.- desarrollo histórico

II. DESARROLLO HISTORICO

La cerámica y en especial la alfarería es una de las actividades creadoras más antiguas que se conocen y ya desde tiempos de la prehistoria se empieza a practicar con la creación de las vasijas de uso utilitario, a las cuales les siguen las de uso ceremonial. Estos objetos se modelaron manualmente tal vez valiéndose de una piedra o de una cesta. Posteriormente se usó la mano libre para dar forma a las arcillas, técnica que aun es usada en algunos lugares. Las arcillas empleadas eran impuras y quemadas a bajas temperaturas a fuego abierto.

Es muy difícil situar con precisión el lugar de origen, - ya que parece ser que la alfarería se desarrolló simultáneamente en varias regiones. Se cree que nació en la región situada en el Asia Menor entre Egipto y Mesopotamia, unos 5,000 años a.C., hacíase ya por este tiempo loza esmaltada, arte que se esparció por Egipto, - Chipre y Creta. El arte se desarrolló desde las simples vasijas hasta la ejecución de figuras y objetos de juguetería. En el Lejano Oriente, en China donde este arte alcanzó su máximo esplendor se cree que la alfarería tuvo su origen en esta región aproximadamente hacia el año 2500 a.C.

La primera máquina con que cuenta el hombre es la rueda - del alfarero que tuvo su origen en el cercano Oriente hacia el año 3,000 a.C. y su uso se esparció mil años después por Egipto, China y lugares cercanos, dando lugar a que el hombre se introdujera en - el arte alfarero actividad que estaba reducida al grupo femenino de las primeras comunidades.

En América y en especial en México, que junto con el Perú es el representante del arte autóctono americano, las primeras piezas manufacturadas en el sur de la República hacia el año 1000 a.C. que pertenecen a la civilización Premaya, son vasijas de carácter utilitario.

Posteriormente se desarrolla la cerámica en todos los pueblos de Mesoamérica siendo cada una de sus obras un espejo que - nos revela la aptitud técnica y la sensibilidad plástica del indio,

características del desarrollo técnico y cultural así como del medio ambiente de cada una de las diferentes civilizaciones precortesianas.

En este arte más antiguo que la escritura en el México Prehispánico, todas las piezas son modeladas a mano, ya que no se conocía la rueda del alfarero, y cocidas a bajas temperaturas. Aprovecha una variedad de procedimientos decorativos como son la decoración en relieve por medio de incisiones, con dibujos estampados en bajorelieve, de cloisonne, en champlevé, de estuco, por esgrafiado, al pastillaje, con pintura al fresco o con pintura negativa. En la aplicación de la pintura se recurre al procedimiento usado en la pintura de los manuscritos pictográficos. Sobre una capa de estuco -que es blanca en los códices-, se trazan las figuras negras y a los espacios entre ellas se les aplican los colores sin sombras ni matices. En la ornamentación de las piezas prevalecen las formas abstractas y los símbolos de índole mítica, los cuales aparecen muchas veces no sólo en la ornamentación, sino en la forma incluso.

No se repite ninguna obra no por originalidad, sino por el sentido mítico religioso que tienen, ya que llega el objeto a ser, no sólo una representación, sino la deidad misma a la que se le rinde culto. El artista es un miembro del clero, cuya producción está determinada por la tradición regional y tribal. Sólo se ve la originalidad en el detalle, permaneciendo la estructura general, la forma y la ornamentación invariable según la región y la época a que pertenecen.

Así bien, el arte cerámico, como todo el arte prehispánico, estuvo intimamente ligado a creencias míticas nacidas de su agudo sentido de observación de la naturaleza y la necesidad de darles una forma tangible a sus dioses, surgidos como única explicación comprensible de los fenómenos observados.

Después de la conquista de los españoles en su intento por imponer su religión, su lengua y sus formas sociales, trataron de destruir todo lo que juzgaron capaz de recordar al indígena su -

glorioso pasado. Por lo que desaparecen ciertas formas y temas en algunas artesanías y otras desaparecen por completo.

Sin embargo, en virtud de que no se contaba con el número necesario de artesanos peninsulares debidamente calificados, a sí como a hombres como Bartolomé de las Casas que enseñan nuevas técnicas, pudieron los artesanos nativos seguir fabricando objetos de arte popular, que presentaban características de gran utilidad y belleza.

Así, fue grande la admiración que causó en los españoles la calidad y belleza de la producción popular contribuyendo ellos por su parte con técnicas no conocidas por el indio, como la mayólica, el torno del alfarero y la cerámica vidriada (ésto hablando del arte cerámico exclusivamente), aprovechando las cualidades de los indios para los oficios manuales; de lo cual nos habla Fray Toribio Benavente en su "Historia de los Indios de la Nueva España".

Otra circunstancia que tuvo mucha influencia en el sentimiento artístico de los artesanos de la Nueva España, fue el hecho de que a partir del Siglo XVI y en adelante, nuestro territorio fue un paso obligado de los productos de Oriente destinados a los mercados europeos.

Es de importancia dejar asentado el hecho de que todo lo introducido por los peninsulares en lo que a materiales y a técnicas se refiere lo usaban los artesanos indígenas sin perder su artística individualidad. Es decir, sólo lo adaptaban a su propia plástica dándole su sello de originalidad, ya que el artesano indígena no imitaba sino transformaba dando por resultado un arte mexicano producido con la combinación del arte indígena primitivo con elementos europeos y asiáticos.

En general, se puede afirmar que los hechos acaecidos a lo largo del período colonial, lejos de entorpecer o retrasar el progreso y el desarrollo de las artesanías lo favorecieron. Siendo éste el período donde se nota con toda claridad la existencia de artesanos especializados que vivían exclusivamente de su producción

Sin embargo, la mayoría de las ramas artesanales no eran objeto de un fuerte comercio por lo que seguían dependiendo de las actividades primarias entre las que destaca la agricultura.

A partir del segundo cuarto del siglo XIX, la característica de "producción consuntiva" regionalista para los artesanos se fue acentuando cada vez más, en virtud de la menor demanda existente para las artesanías destinadas al consumo suntuario, de los primeros pasos dados a la industrialización del país, del consumo de productos típicos extranjeros, etc. Sin embargo, no por esto se perdió la sensibilidad artística y la tradición proveniente de los siglos anteriores. Debe decirse que en la parte final del citado siglo la preferencia y el gusto por productos extranjeros en las clases económicas capaces de adquirirlos, desbancó a la oferta proveniente de la producción nacional lo cual fue especialmente cierto para las artesanías nacionales.

Por esto fue la agricultura el medio de vida para el artesano indígena y la producción se convirtió en regional de auto-consumo.

Es a partir de 1919 con la Revolución, cuando vuelven los ojos a la raigambre popular del país y fue precisamente el movimiento revolucionario de México el responsable del impulso dado a las artes populares con temas, con motivos y con inspiración auténticamente nacionales cuyos resultados podemos ver en la aceptación que dentro y fuera del país han merecido. Aunque en algunos casos, el aferrarse a motivos y técnicas del pasado han impedido el desarrollo del artesano.

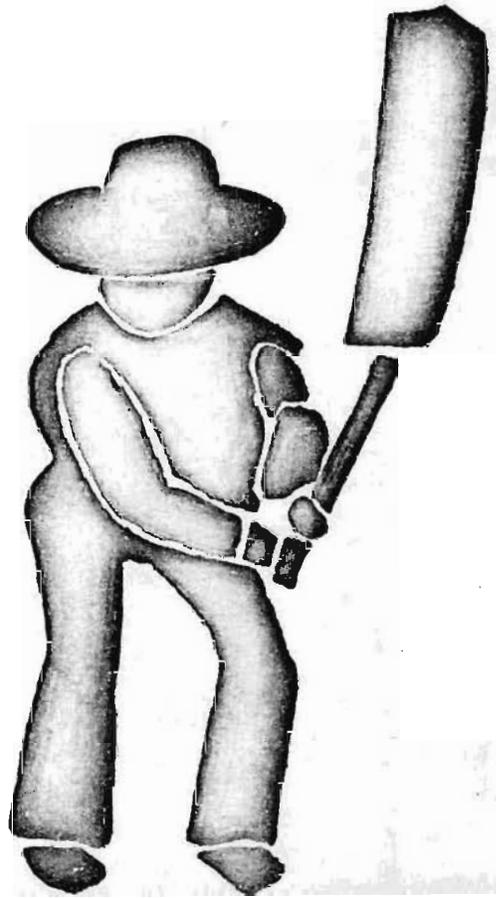
En la artesanía de cerámica todos los centros alfareros reproducen con escasas variantes las formas que tradicionalmente han producido, aunque durante los últimos veinte años se ha creado para satisfacer las demandas de los comerciantes un tipo nuevo de cerámica para decoración.

Es así como fue forjándose el gran inventario artesanal que ahora existe, reflejándose en cada una de nuestras artesanías el mestizaje étnico y cultural, acaecido desde la conquista hasta

la época actual. Tanto en sus diseños y técnicas, como en su decoración, siguen usándose técnicas muy antiguas al lado de las modernas, materiales muy mejorados así como otros sin ningún tratamiento, lo mismo sucede en el decorado de las piezas en donde se usan muchas veces motivos actuales combinados con los más tradicionales y otros motivos de una gran y pura tradición regional, lo cual muchas veces refleja no el apego a esas tradiciones por razones sentimentales, sino el estancamiento, producto de nuestra realidad social, económica y cultural.

Otro aspecto importante de hacer notar es como en nuestro medio cada vez más el objeto industrial substituye al de artesanía, la máquina substituye al hombre perdiéndose en muchos casos valores artísticos y culturales que tenía el objeto a cambio de una mayor y más rápida producción. Es por esto que debemos preocuparnos por mantener viva esta singular belleza que nos transmiten ciertas producciones al mismo tiempo que procurar que mejoren las técnicas, los materiales, los diseños; lo que reedituará en beneficio de toda la población ya que una gran cantidad de ella tiene esta actividad como una fuente de ingresos y así en la medida que vayamos logrando un desarrollo equilibrado estaremos dando un paso más hacia el progreso tanto tecnológico, como cultural, pues en el avance material conservamos ese sentido espiritual y humano que refleja toda obra de artesanía.

III-centros productores



III. CENTROS PRODUCTORES

Es la alfarería la artesanía más difundida en el Territorio Mexicano siendo posible afirmar que no hay región del país en donde no se practique aunque en su mayoría la producción se limita a objetos de uso cotidiano como vasijas, jarros, ollas, cazuelas, etc. fundamentalmente de consumo regional.

Como hemos mencionado anteriormente se producen en la mayoría de los centros alfareros objetos y formas que tradicionalmente se han hecho en el lugar, con algunas variantes debido principalmente: a la demanda que de unos años a la fecha se ha desarrollado, en la cerámica de decoración la mayor y más fácil comunicación en los diferentes centros y la introducción de nuevas técnicas, materiales y diseños lo que ha ocasionado un cambio de tamaño, forma y decorado de las piezas, así como una mayor variedad de productos en los diferentes centros; así han desaparecido algunos tipos y otros se han modificado, aunque muchos han quedado al margen del progreso produciendo aún los mismos objetos, con iguales técnicas y materiales que hace ya muchos años. Es importante mencionar como en algunos casos por falta de una buena orientación y en otros por falta de recursos, el artesano se dedica a la producción de ciertos objetos que en determinado momento tuvieron gran demanda comercial y para los cuales actualmente el mercado ha sido saturado.

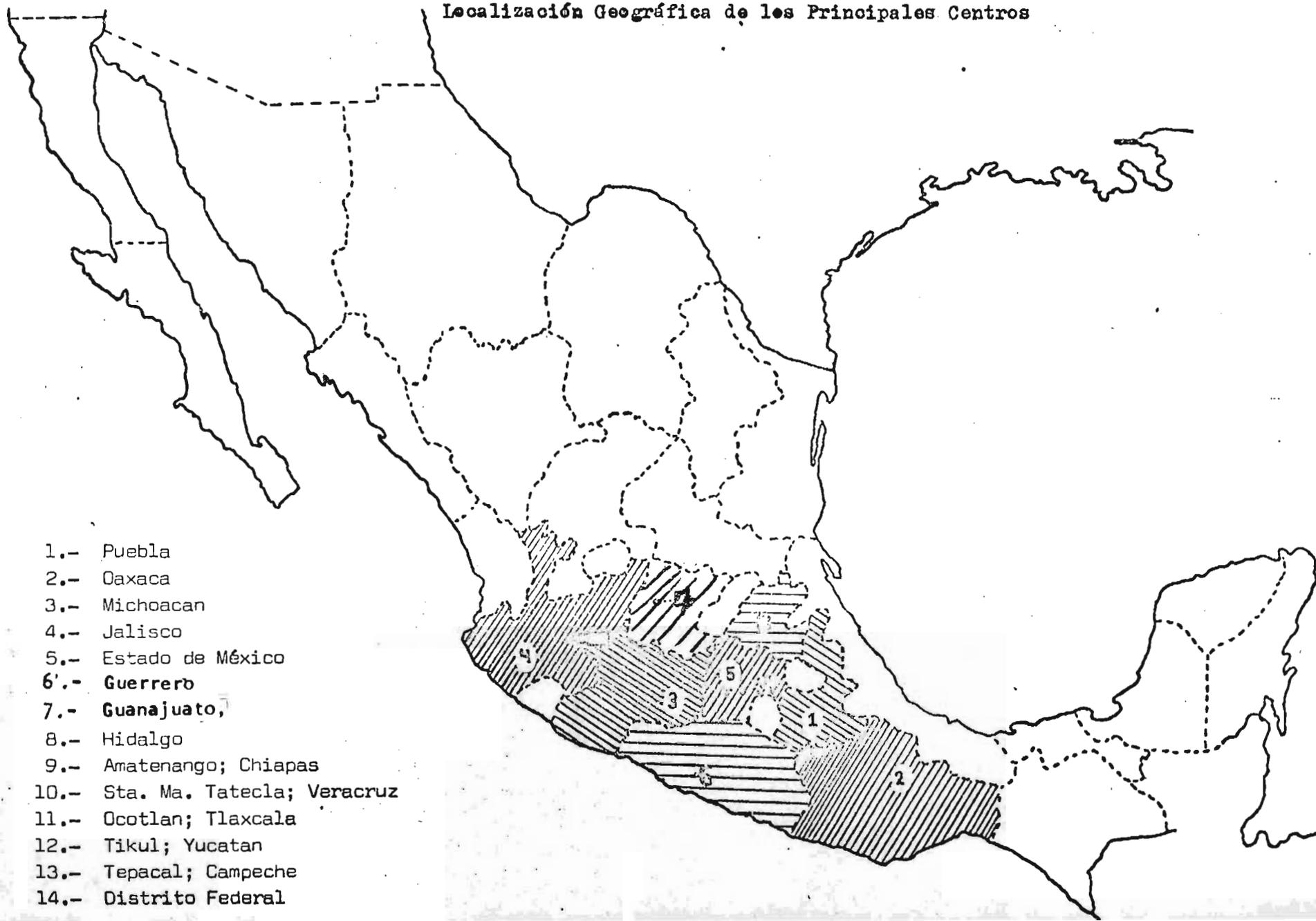
Son aproximadamente 100 los principales centros alfareros de los cuales los más importantes por la calidad de sus objetos, el volumen de su producción y la tradición de sus formas y decorados, así como la demanda de sus productos se encuentran agrupados en los estados de la región centro y suroeste de la República, (como se observa en el mapa No. 1) en éstas se localizan los estados de Puebla, Oaxaca, Michoacán, Jalisco y México siendo estos los principales productores.

Son a su vez esos cinco estados los más importantes no sólo en la alfarería, sino en toda la producción de artesanías, aportando más del 50% del total de las aproximadamente cincuenta ramas en que podemos dividirla.

A fin de dar una idea general de la localización de los diferentes centros, así como de los tipos de cerámica que se producen, se presenta a continuación una tabla en la que aparece en primer lugar el estado, los principales centros en segundo y algunas de las características más sobresalientes de su cerámica en la última columna; no queriendo decir con esto que sea la única que se realiza ni exclusiva del centro en que se menciona. Nos servirá como un marco de referencia que nos ubique dentro de la alfarería nacional, ampliando el estudio de los centros en el capítulo catorce de este trabajo.

Fig. No. 1.

Localización Geográfica de los Principales Centros



- 1.- Puebla
- 2.- Oaxaca
- 3.- Michoacan
- 4.- Jalisco
- 5.- Estado de México
- 6.- Guerrero
- 7.- Guanajuato,
- 8.- Hidalgo
- 9.- Amatenango; Chiapas
- 10.- Sta. Ma. Tatecla; Veracruz
- 11.- Ocotlan; Tlaxcala
- 12.- Tikul; Yucatan
- 13.- Tepacal; Campeche
- 14.- Distrito Federal

Tabla No. 1. Centros Productores y Tipo de Cerámica Artesanal

ESTADO PRODUCTOR	POBLACION	ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LA CERAMICA PRODUCIDA
CAMPECHE	Tepacal Amatenango	Tipo indígena Tipo indígena, quemada a fuego
CHIAPAS	San Cristóbal las Casas	Loza doméstica en torno y vidriada
ESTADO DE MEXICO	Metepec Tecomatepec Sta. Cruz de Arriba Valle de Bravo Texcoco Municipio de Temascalcingo	Vidriada y sin vidriar, policromada y en molde Vidriada, jarres con decoración en negro juguet. Loza doméstica vidriada. Vidriada en café, verde y amarillo, De alta temperatura: Vidriada y sin vidriar para uso doméstico. Vidriada y sin vidriar para uso doméstico.
GUANAJUATO	Guanajuato Dolores Hgo. Coroneo Acámbaro Sn. Luis de la Paz Irapuato Sn. Diego de la Unión Sn. Felipe Torres Mochas	Loza tipo mayolica con fonde de óxido de estaño decorados con motivos patrióticos y de la época colonial. De uso doméstico, engretada con sulfuro de plomo, azulejos. Vidriada en rojo con motivos florales y animales Barro rojo vidriado con decoración en negro Barro vidriado y sin vidriar color pardo Vasijas con decoración en forma de lagartos y tortugas Macetas en molde con decoración al pastillaje. Grandes piezas vidriadas con decoración al pastillaje.

HIDALGO	Ollas Clililco Tulancingo Chapatongo	Indígena, de una cochura. De una cochura, quemado al aire libre. Loza vidriada Indígena de una cochura con espirales en negro
JALISCO	Tonalá Tlaquepaque El Rosario Sta. Cruz de las Huertas. Tatepazco Región de la Barca	De "petatillo", barro bruñido, barro bandera, miniaturas y alta temperatura. Esculturillas con melde antiguo y miniaturas, decorado con anilinas. Barro canelo. Juguetería. Barro "canelo". Loza vidriada verde y café.
MICHOACAN	Capula Zinapécuaro Tzintzuntzan Sta. Fe de la Laguna Huansito Ocumichu Sn. José de Gracia Zinapécuaro, Camanja, Ario, Zacapu, Huandacareo y Sante Tomás	Vidriada de uso doméstico. Vidriada con decoración, piezas hechas en molde. Vidriada en blanco, negro y verde, pulida y pintada sobre fondo rojo. Vidriada en negro y café con destellos metálicos, decorada al pastillaje. Cántaros rojos decorados al pincel. Figuras surrealistas en barro policromado. A mano con decorados al pastillaje. Productores de menor importancia, juguetería y uso doméstico

OAXACA	Coyotepec	Barro negro pulido y sin pulir
	Ocotlán	Figurillas tradicionales en molde pintadas con animales.
	Atzompa	Vidriada en verde, pintada en rojo, esgrafiada
	Jamiltepec	De influencia prehispánica, hechas a mano y pintadas con anilinas.
	Juchitán	Tanguyus pintados al aceite y barro negro sin pulir.
	Tehuantepec	Figurillas, rojo con pinceladas blancas y doradas.
	Tonaltepec	Loza chorreada.
	Nochixtlan	Es un mercado para los productos de centros cercanos.
	San Blas	Tinajeras, enfriadoras de agua, decoradas al pastillaje.
	Iztaltepec	Objetos de tipo doméstico.
Oaxaca	Loza chorreada de diferentes colores.	
Huasolotitlán	Tipo indígena	
Río Blanco	Tipo indígena, jarros chorreados.	
PUEBLA	Acatlán	Barro de una cochura color ante y negro.
	Izucar de Matameros	Policromada y barnizada, hecha en molde.
	Huaquechula	Figurillas en molde para festividades, - pintadas con anilinas.
	Puebla	Talavera, barro vidriado y miniaturas.
	Amozoc	Loza vidriada y barro pintado.
	Tenextatiloyan	Popular en molde y vidriada.
	Sn Martín Texmelucan y San Mateo Aotepan	Barro rojo pintado y vidriado

	Altepexi, Los Reyes, Sn. Marcos, Acteopan, Aquixtla y Tehutzingo	Loza corriente de consumo regional y figurillas de invención indígena.
TLAXCALA	Ocotlán	Baño rojo con decoración incisa y raspada.
VERACRUZ	Sta. María Tatecla	Figurillas de una cochura, a mano para día de muertos.
YUCATAN	Tikul	Café claro pulida a mano de tipo indígena

En el norte de la República se produce cerámica en Durango en su Escuela de Artesanías, en Chihuahua cerca de Alamos y en Sinaloa en Choix, Guasave, el Fuerte, Ahome, Mocorite, Culiacán, Mazatlán, Elota, Concordia y Escuinapa, pero su producción se limita a objetos de uso cotidiano del tipo corriente al igual que en muchos poblados que se han omitido en el cuadro por tener poca importancia dentro del cuadro general de la lafarería mexicana.

A. Características de los productos atendiendo a su forma y al uso al que se destinan.

Si hablamos de las formas y el uso a que se destinan, encontraremos una gran variedad, pues cada objeto es una expresión de la personalidad, forma de vida e inquietudes de su creador, así como un reflejo de sus tradiciones y su pasado; en el presente trabajo hemos tratado de agruparlos sin tomar en cuenta las pequeñas diferencias que se presentan.

Así tenemos que podemos dividirlos en cuatro grandes grupos atendiendo al uso al que son destinados actualmente. El primero sería el uso doméstico y podemos afirmar que es el más extenso de todos los grupos ya que no hay hogar en la República que no tenga al menos una pieza entre los utensilios de uso diario, aunque deberemos hacer un paréntesis para decir que si es el renglón más importante en cuanto a producción y consumo nacional, no lo es en el renglón de exportación, a causa de los problemas surgidos por el contenido de plomo en los esmaltes usados. El segundo sería el de los objetos destinados a uso ceremonial, y podemos decir que aunque la gran mayoría exceptuando el primer grupo, tuviera sus orígenes en un fin ceremonial, en la actualidad es cada vez menor el número destinado a estos menesteres. El tercer grupo sería el de objetos destinados a un uso de ornato o decoración encontrando que pueda entrar en este grupo casi cualquiera de los demás, debido a las características del objeto artesanal, pero hemos tratado de colocar en este grupo los que sólo pueden destinarse a este uso o los que aún usándose en ciertas partes en ceremonias, su uso más difundido es el de ornato. Por último hemos colocado una artesanía que aún teniendo una fuerte competencia con materiales nuevos como el plástico, han subsistido quizá debido al atraso tecnológico, quizá a la sensibilidad tan especial del pueblo, y que es la juguetería.

A continuación presentamos una relación de las formas más importantes en cada uno de los grupos, volviendo a hacer hincapié en que es una clasificación muy elástica y así como hay objetos que claro vemos a qué uso serán destinados, en otros no es tan claro y pueden ser usados para muy diferentes propósitos.

Doméstico:

Ollas
Jarros
Cazuelas
Platos y Cajetes
Cántaros
Botellones
Apaxtles
Comales
Tenomaxtles
Pinohaderas
Palilleros
Batidores
Saleros
Ceniceros

Ceremonial:

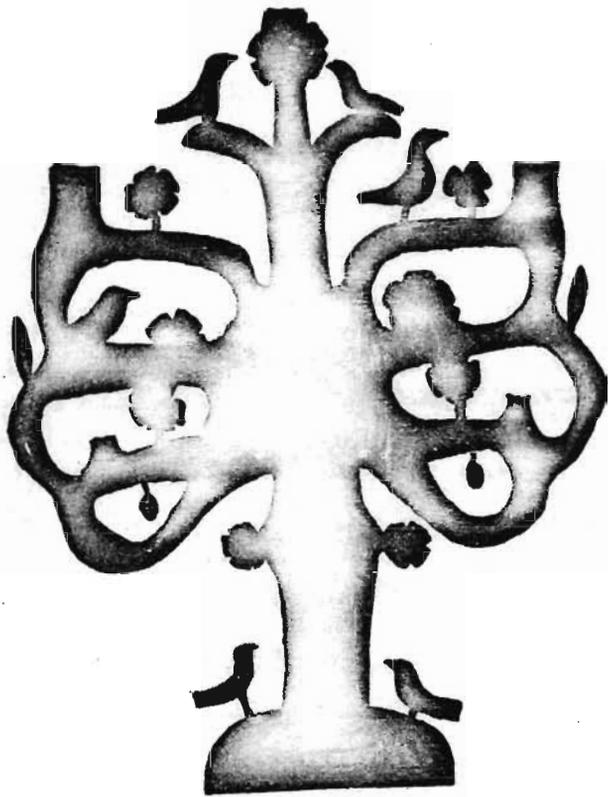
Candelabros
Sahumerios
Incensarios

Ornato o Decoración:

Candelabros
Arboles de la Vida
Arboles de la Muerte
Animales
Macetas
Figuras Surrealistas
Miniaturas
Azulejos
Lámparas
Platos Decorados al Pincel, Alta temperatura

Juguetería:

Alcancías
Silbatos
Animales
Títeres
Trastecitos
Miniaturas



IV-medio ambiente....

IV. MEDIO AMBIENTE EN EL QUE SE PRODUCE LA CERAMICA DE ARTESANIA

Tres diferentes ambientes geográficos son en los que se desarrolla la producción artesanal, definiendo éstos también en el caso mexicano las condiciones de vida social y económica de los artífices, éstos son:

1. Ciudades y zonas cercanas a ellas.
2. Areas rurales.
3. Caseríos o rancherías indígenas.

Es en las ciudades en donde se producen las obras más variadas y el mayor volumen de producción, pues la actividad es propiada por los salarios más altos, mejores precios debidos a la actividad económica que en ellos se realiza, los sistemas de comercialización y financiamiento y la existencia de industria competidora y en fechas recientes el flujo turístico hacia los grandes centros de población. En las ciudades encontramos que la producción es continua durante todo el año.

En las áreas rurales la producción se identifica con el medio ya que el mercado es escaso, el abastecimiento de materias difícil.

En el último sector los objetos producidos son principalmente de autoconsumo regional y sus modelos y técnicas casi no han variado al permanecer constantes las condiciones socio-económicas de estas regiones que han permanecido marginadas del progreso de la nación.

En las ciudades se ha desarrollado como una actividad de tiempo completo practicada principalmente por hombres, existiendo talleres familiares, con la misma organización de los que describiremos a continuación, otros en que el dueño paga a los artífices corriendo la comercialización a cargo de otras personas y habiendo una gran variedad de cuanto a tamaño y complejidad de éstos, y ha sido en este sector en donde de poco tiempo a la fecha se ha creado una artesanía de tendencia vanguardista que hace uso de técnica y materiales antes no usados sino en el exterior o en pequeña escala -

por las fábricas mayores en la República Mexicana. En otro aspecto es aquí donde existen las mayores facilidades para el financiamiento, comercialización y ayuda técnica, pues es aquí donde las casas especialistas en estos ramos tienen su sede.

En algunos casos, los talleres están agrupados dentro de un barrio en una población, como el caso del barrio de la Luz en - Puebla, en el que existe un dueño del taller que generalmente es - persona concedora del oficio, que tiene todos los elementos para cada etapa de la elaboración, los cuales son dirigidos por oficia- les calificados contratados por el dueño. Hay a su vez, pequeñas unidades productivas que coexisten con el taller mayor y que no po- seyendo todos los elementos para la fabricación, hacen sus piezas en crudo las cuales venden al taller mayor, estos grupos general- mente tienen la organización típica de taller familiar.

En el area rural y en las rancherías la artesanía se ha - desarrollado como un complemento de su pobre economía basada en la agricultura, encontrándose la mayoría de estos centros en regiones áridas y poco fértiles, siendo a veces una actividad de tiempo completo y otras muchas sólo practicada en determinada época del año. En este medio es el taller familiar el que ha predominado, siendo los miembros de la familia los que se encargan de todas las etapas de producción y comercialización, desde la extracción de las mate- rias primas, hasta la venta para lo cual concurren a los mercados mas cercanos de la región.

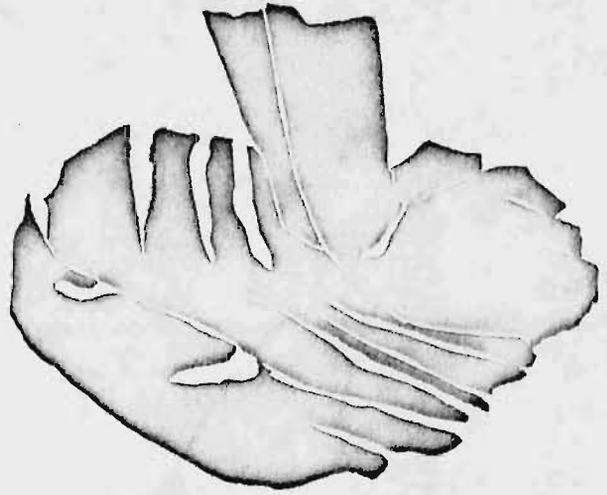
En los tres medios es el llamado taller familiar el tipo más comun de organización, el cual está formado por los miembros - de una familia que se constituye en una unidad productiva siendo - dirigida por el jefe de la familia, el cual adquirió los conoci - mientos en la casa paterna, aunque en algunos casos donde la acti- vidad agrícola es la principal fuente de ingresos y la artesanía sólo un complemento, es dirigida por la mujer y ayudada por los hijos.

Hay lugares donde la demanda de la producción habiendo - aumentado ha dado origen a una organización de taller familiar só- lo que a él se han unido otros trabajadores ajenos los que casi -

siempre son pagados a destajo, este tipo de taller la actividad es desarrollada principalmente por hombres, siendo una actividad de tiempo completo durante todo el año.

Otros tipos de organización los cuales han surgido hace poco tiempo son los talleres patrocinados por gobiernos de los estados y los más recientes dependientes del Centro de Investigación de Materiales de la U.N.A.M.

Por último, existen fábricas cuya organización está basada en algunas de las técnicas administrativas que existen, en las cuales parte del producto podría salir de la clasificación de artesanía, pero otra parte cae claramente dentro de ella, ya sea por tener estos negocios parte de su línea de producción totalmente manual en que la destreza del artesano y su sentido estético conceden al producto verdaderos valores artísticos o sea, porque al lado de líneas de producción de objetos destinados a suplir necesidades del mercado, en los cuales las cualidades estéticas sólo cuidan desde un punto comercial impidiendo al trabajador desarrollar su propio sentido estético y de personalidad, existen otras líneas que si lo permiten, creándose obras de verdadero valor estético que muchas veces superan a las manufacturadas en los pequeños talleres.



y- materiales

V. MATERIALES

A. Arcillas

Se da este nombre a la substancia mineral compuesta principalmente de silicato de alumina hidratado en forma de pequeños cristales ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) que reciben el nombre de caolinita; además de la caolinita existen otros minerales en menor proporción como son la montmorilonita ($\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot n\text{H}_2\text{O}$) y la halcisisita ($\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9 \cdot \text{H}_2\text{O}$) minerales que añaden plasticidad a la arcilla, otros como el cuarzo (SiO_2) en partículas de diferentes tamaños, los feldespatos ($\text{KNaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) actúan como abrasivo o desgrasante en la arcilla plástica y como liga durante la quema, así como también óxidos de metales principalmente de Fe que son los responsables del color de la arcilla; por último, existe en las arcillas materia orgánica que es eliminada en la cochura pero que influye en la plasticidad.

Las principales características de una arcilla son su plasticidad cuando está mojada y su dureza y contracción cuando es secada, su color, porosidad, dureza, encogimiento y temperatura de maduración al ser quemada.

Existe una gran variedad de arcillas. Comenzaremos aquí con la clasificación que atiende a su origen geológico dando después otras clasificaciones.

Las arcillas primarias o residuales son aquellas encontradas en el sitio de la roca madre que las originó, y no han sido acarreadas por los agentes geológicos, lo que ocasiona que el tamaño de partícula no sea uniforme y que estén relativamente exentas de contaminación con materiales no arcillosos. La mayoría de los caolines mexicanos caen dentro de este grupo.

El otro grupo lo forman las arcillas secundarias mucho más abundantes que las primarias, las cuales han sido arrastradas por agua, viento, etc. El transporte por el agua, tiene un efecto muy importante en las características ya que tiende a pulir las partículas haciendo que su tamaño sea más pequeño cada vez, y a través de este proceso son separadas las partículas mayores por sedimenta-

ción por lo que al final el tamaño del grano es más pequeño y más uniforme que en las primarias.

Las arcillas que han sido arrastradas por glaciación son generalmente más impuras y tienden a tener muy diferentes tamaños de partículas, pues no ha ocurrido la sedimentación.

Las acarreadas por el viento son más raras y aunque son encontradas en algunos lugares; tienden a ser muy impuras ya que las rutas de materiales contaminantes son muchas. Características de las arcillas secundarias son su contenido de fierro, cuarzo, mica y otras impurezas carbonaceas como el lignito, recogidos al ser arrastradas.

Estas arcillas varían ampliamente en composición. Algunas como los caolines secundarios, están exentos de fierro, otras son altamente plásticas como las Ball Clay o arcilla de bola, y por último las más comunes, con un contenido alto de fierro, lo que produce el color café, pardo o rojo, al ser quemadas y que tienen una temperatura de madurez más baja.

1. Formación de las Arcillas:

Para comprender la formación de las arcillas deberemos conocer la familia de los Feldespatos, los más abundantes minerales y de los cuales provienen aquellas.

Los feldespatos contienen sílice y alúmina combinados con uno o más óxidos de naturaleza alcalina y las variedades más comunes son las siguientes:

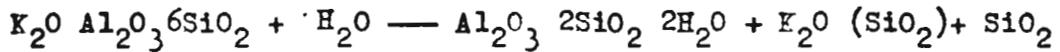
Orthoclasa	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
Albita	$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
Anorthita	$CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$

Siendo estas las variedades típicas puras; en el caso de rocas naturales podría ser que estuvieran presentes dos o más alcalis y también ciertas impurezas como fierro, además la relación de uno a seis entre los componentes podría no ser exacto.

Cuando la roca es desintegrada por acción de agentes geológicos los alcalies (sodio o potasio) y la cal, que es relativamente

soluble, son solubilizados por el agua así como parte de la sílice, mientras que lo que queda de sílice y de la alúmina comienza a hidratarse o combinarse químicamente con el agua.

Escrito como una ecuación, este proceso que transcurre - en millones de años, llamado caolinización, sería:



2. Propiedades Químicas:

La composición química de las arcillas es más o menos similar a la composición promedio de la tierra. La siguiente tabla nos dará una idea general de la composición química.

Tabla No. 2 Composición Química de algunas Arcillas (1)

<u>OXIDO</u>	<u>SUELO ARCILLOSO</u>	<u>ARCILLA ROJA</u>	<u>CAOLIN DE CAROLINA DEL NORTE</u>
SiO ₂	59.14	57.02	46.18
Al ₂ O ₃	15.34	19.15	38.38
Fe ₂ O ₃	6.38	6.70	.57
Mg ₂ O	3.49	3.08	.42
Ca O	5.08	4.26	---
Na ₂ O	3.84	2.38	1.22
K ₂ O	3.13	2.03	---
H ₂ O	1.15	3.45	13.28
TiO ₂	1.05	0.91	---

Así vemos que el tercer compuesto de la tabla, que corresponde a una arcilla más pura difiere en el contenido menor de fierro y mayor de alumina, característica principal de los caolines puros, pero como quiera que sea la parte en que difieren mayormente de la roca madre es más en sus propiedades físicas que en las químicas. Por otro lado el agua que aparece en los análisis es agua combinada químicamente resultado de la hidrólisis por la cual la arcilla fue formada.

Se considera así que las arcillas incluyen sílice y alúmi-

na, estando una molécula de Al_2O_3 asociada con las de SiO_2 y dos - de agua, a la que se da el nombre de caolinita y todos los otros materiales presentes son considerados como impurezas.

3. Propiedades Físicas:

La arcilla encontrada en la naturaleza es densa y compacta y muchas veces parecida a un material rocoso pero que fácilmente se rompe. Se encuentran en casi cualquier parte de la Tierra, varían ampliamente en sus propiedades y pocas son adecuadas para el trabajo cerámico tal y como aparecen, por lo que es necesario purificarlas y mezclarlas para obtener las características deseadas. Por esto es importante conocer las clases de arcillas y sus principales características y así seleccionar los materiales adecuados según el trabajo que se requiera.

De las principales causas que influyen en el comportamiento de las arcillas son el tamaño de partícula y las impurezas no arcillosas, por lo que necesitan en casos ser lavadas antes de usarse.

Ocasionalmente el alfarero lava su arcilla y en otros la compra a proveedores dedicados a esto y con mejor tecnología, obteniéndose así materiales más puros de composición mas constante y características mas uniformes.

En nuestro medio la mayoría de los artesanos lavan su propio barro para lo cual forman una suspensión en agua que se pasa por una criba para separar el cascajo, dejando asentar la arcilla fina y secándola.

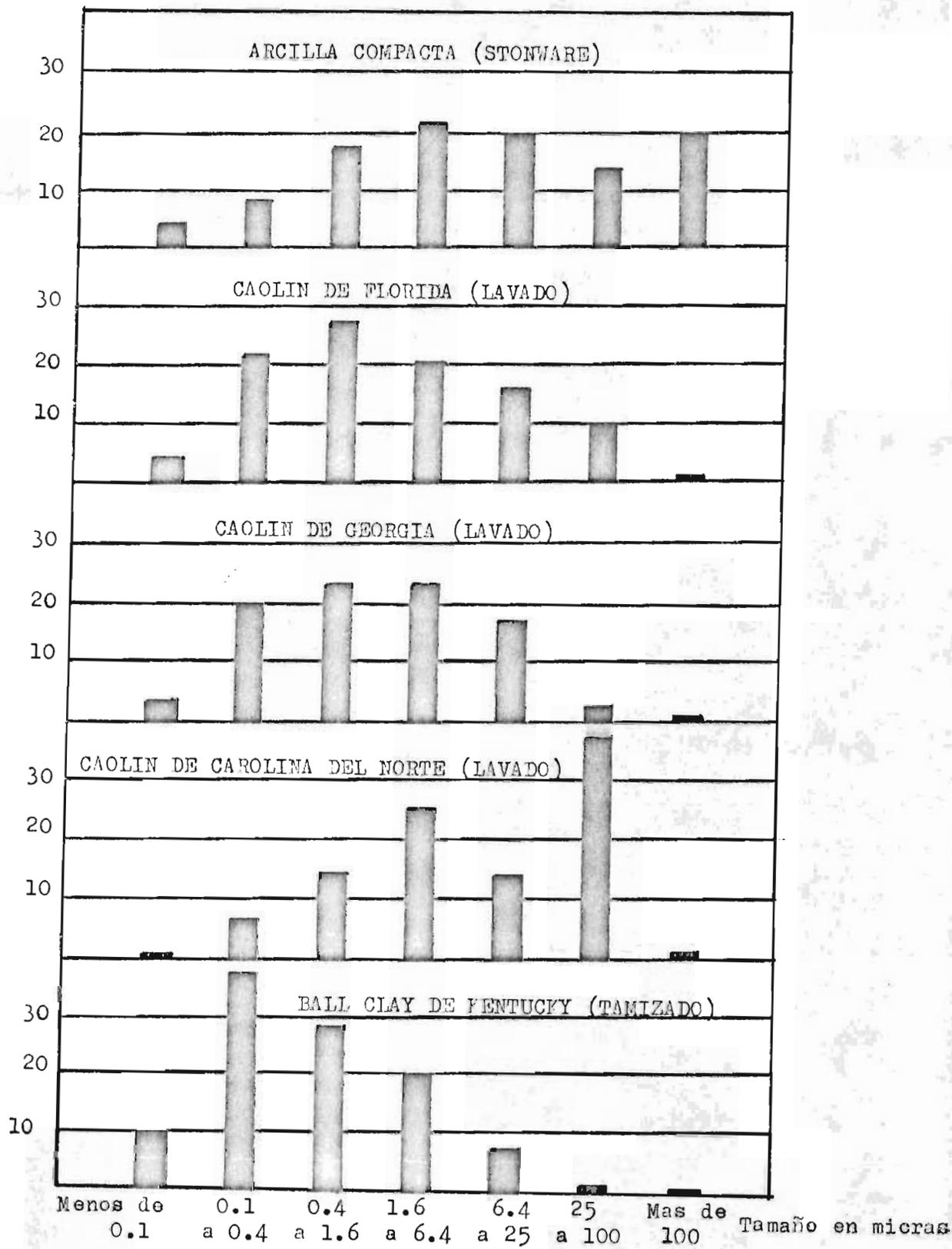
a) Tamaño de Partícula

El tamaño y distribución varían ampliamente según el tipo de arcilla y la forma como se ha purificado influyendo en las propiedades durante el trabajo, secado y coadura por lo cual es importante tener en cuenta estas características al ir a usar una arcilla.

La Fig. No. 2 da una comparación de diferentes tamaños de partículas y su distribución en 4 diferentes arcillas de los E.E. U.U.

Fig. No. 2

Tamaños de partícula de diferentes arcillas



Ref. F.H. Norton, Cerámica para el Artista Alfarero. C.E.C.S.A., México, D.F. 1972, p.271.

En esta tabla notamos que el tamaño promedio de las partículas es de 0.4 a 1.6 micras.

Ahora bien, podemos decir que arcillas con granos muy pequeños (Ball Clay por ejemplo), tienen un alto encogimiento, y dan gran fortaleza al cuerpo aunque estas por ser muy plásticas son difíciles de trabajar. Por el contrario, arcillas como el caolin de Carolina del Norte con 40% de sus partículas entre 25-100 tampoco son adecuadas para trabajarse y no son fuertes por lo que se les mezcla para obtener las propiedades adecuadas.

b) Plasticidad

Es la característica o habilidad del material que mezclado con la cantidad de agua correcta tiende a conservarse unido en cualquier forma que se le de.

No hay método de evaluar cuantitativamente la plasticidad pero ésta deberá ser la adecuada para que la arcilla pueda modelarse fácilmente y a la vez retenga su forma.

Característica indispensable en el primer paso de fabricación que es la formación del bizcocho.

Aún no es exactamente conocido el mecanismo de este fenómeno, pero algún grado de plasticidad puede atribuirse a la fineza de grano, la atracción química entre las partículas contribuye también, y por último, la materia orgánica en determinadas cantidades actúa como liga entre las partículas.

c) Propiedades en el Secado

Las características principales en el secado son la contracción causada por la eliminación del agua entre las partículas de arcilla y la fuerza de secado. Las de grano fino tienen un gran encogimiento y una gran fuerza de secado, disminuyendo éstos al aumentar el tamaño de partícula. Es importante conocer las propiedades individuales como una guía para obtener valores apropiados de estas propiedades en la mezcla que se va a usar.

d) Propiedades en la Quema

Son las más importantes el color, absorción, encogimiento y temperatura de maduración.

El color depende en gran cantidad del contenido de óxido de fierro presente así como de otros óxidos y la atmósfera usada; el encogimiento, al igual que en el secado, depende del tamaño de partícula. La absorción es la relación entre la cantidad de agua absorbida por la arcilla quemada tras haber estado hirviendo durante una hora y haberla sumergido en agua y el peso de la muestra. - Las arcillas compactas tienen los menores valores y las no compactas tienden a aumentarlo al ser usadas en la pasta. Por último, la temperatura de maduración depende básicamente de la composición de la arcilla.

4. Tipos de Arcillas

Hay una muy grande variedad de arcillas, pero se han tratado de agrupar las que poseen características mas similares, atendiendo a su origen, composición y uso al que se les destina.

4.1. Arcillas Chinas o Caolines

Arcillas primarias, aunque existen algunas que son secundarias, tamaño de partícula grande (arriba 0.5 micras). Su plasticidad es baja así como su encogimiento, libres de fierro dan color claro en la quema, tienen la fórmula básica de la caolinita, son altamente refractarias con punto de fusión alrededor de los 1800°C, - rara vez se usan solos, generalmente son mezclados para mejorar las condiciones de trabajo y su plasticidad.

4.2. Arcillas de Bola (Ball Clay)

Se les conoce por este nombre debido al método de producción antiguo. Son arcillas secundarias de gran plasticidad y que presentan también encogimiento grande (aprox. del 20%), debido al pequeño tamaño de partícula; su contenido de fierro es bajo (del orden del a 2%) aunque mayor que el de los caolines por lo que queman con un color crema, marfil o gris casi siempre, aunque existan también los que queman blanco. En su estado natural, son grises debido

a la materia orgánica la cual es eliminada en la quema por lo que no afecta el color final, la temperatura de maduración de estos es alrededor de los 1300°C . Estas arcillas son usadas para mejorar las características de plasticidad en la pasta, pero si se desea blanca en el cuerpo no debe agregarse más de 15% del total de la pasta, además que su presencia en cuerpos de porcelana reduce la translucidez de ésta.

4.3. Fire Clay

El término se refiere a sus propiedades de refractoriedad por lo que son llamadas así aquellas arcillas que resisten a la fusión y deformación a los 1500°C . Queman con un color ante o café y son usadas en la fabricación de refractarios y otros productos industriales. En cerámica de artesanía se usan para dar efectos de textura.

4.4. Sagger Clay

Arcillas usadas para la fabricación de las cajas en las cuales las piezas son colocadas durante la quema (Saggers). Tienen alta refractibilidad y resistencia al choque térmico, así como buenas características de plasticidad, por lo cual son usadas en cuerpos de Stonware, terracota o barro y queman ordinariamente con un color gris claro.

4.5. Arcillas Compactas (Stonware)

Arcillas secundarias, plásticas, que empiezan a ser vitreos de 1200 a 1300°C . con color gris claro o ante a gris o café obscuro, pero estas características varían en un rango muy amplio existiendo las que pueden usarse para el trabajo alfarero. Son usadas en piezas claras en alfarería quemadas alrededor de los 1200°C y es realmente el uso al que se destinan lo que las distingue de los Fire Clays o de los Sagger Clay.

4.6. Barro

La mayoría de las arcillas encontradas en la naturaleza son llamadas de esta forma, contienen impurezas, principalmente fierro, que las hace madurar de 950 a 1100°C . los colores en la

quema varían desde ante a café obscuro y de gris a negro, dependiendo de la arcilla y de las condiciones de la quema. Varían mucho también en plasticidad, debido al contenido de arena y cascajo por lo que debe seleccionarse el adecuado para el uso que se pretenda; la más común es la arcilla roja, la cual es utilizada ampliamente.

4.7. Otros Tipos

a) adobe. Arcilla encontrada en la superficie con gran contenido de cascajo, usado para hacer ladrillos secados al sol.

b) Flint. Arcilla refractaria encontrada en forma de roca compacta dura y densa.

c) Lutita. Roca formada por arcillas sedimentarias de poca plasticidad. Usada en ladrillos y productos pesados.

d) Bentonita. Arcilla de origen volcánico la cual contiene más materia coloidal. Usada para añadir plasticidad en el cuerpo.

e) Terra Cotta. Arcilla con baja temperatura de maduración usada en las piezas de este nombre. Su gran tamaño de grano y contenido de cascajo permite rápido y buen secado.

f) Alta Alumina. Arcillas en que el contenido de alúmina es alto, usadas en producción de refractarios y del aluminio.

g) Gumbo. Arcilla encontrada en la superficie con gran contenido de materia orgánica.

5. Estructura interna.

Siendo el material mas importante dentro de la cerámica, nos ha parecido de interés el incluir un estudio más detallado sobre estos materiales.

Análisis de difracción con rayos X han demostrado que la estructura de las partículas de las arcillas es esencialmente cristalina, es decir los átomos están ordenados en arreglos geométricos bien definidos.

Para los más comunes minerales arcillosos (caolinita, micas, montmorilonitas) las estructuras cristalinas toman la forma de

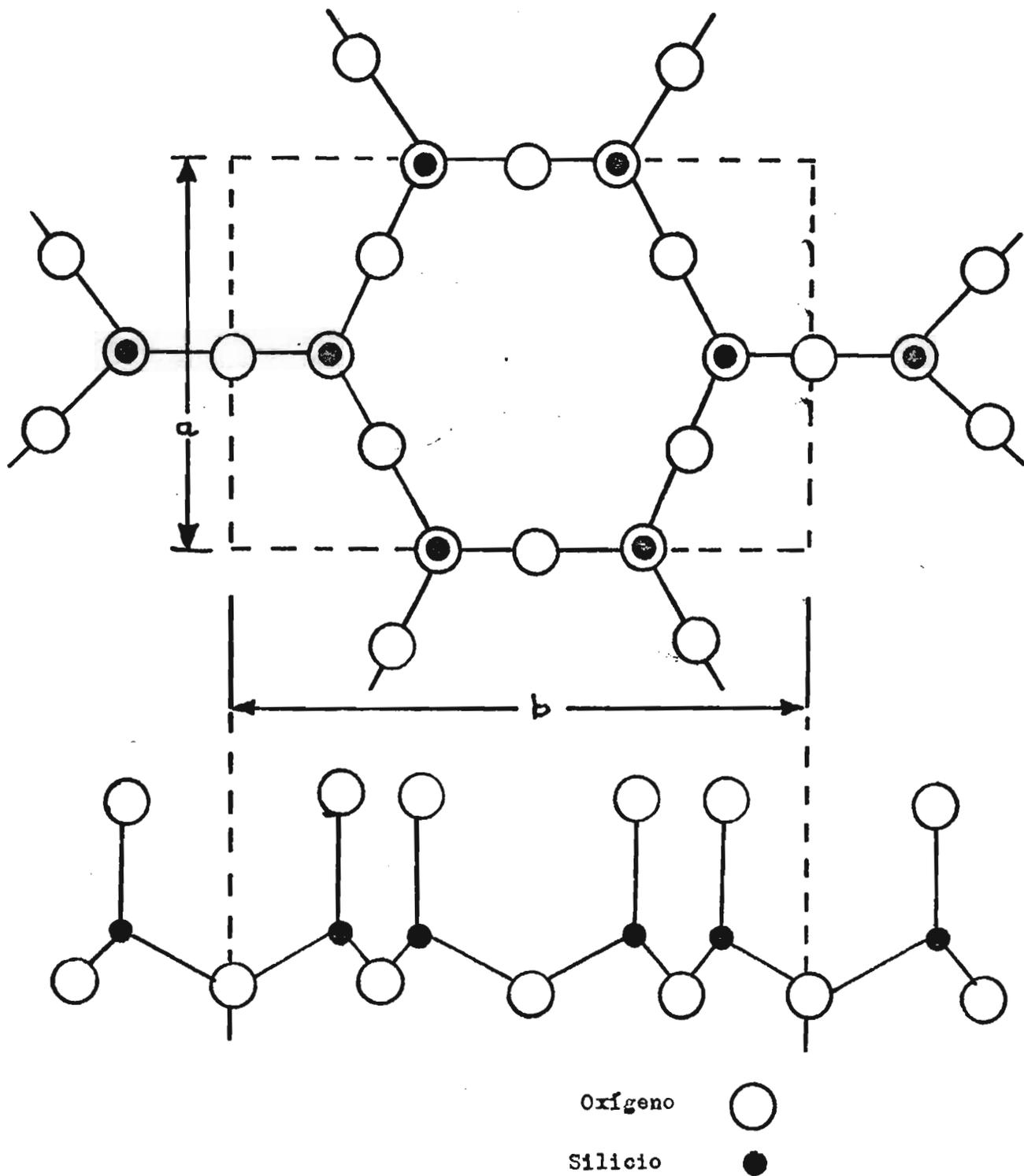
capas bien definidas de hojas de iones, oxígeno, e hidróxilo, rodeando a los cationes Si, Al, Fe, Mg, etc. El arreglo básico es el tetraedro silicio-oxígeno acomodado según la fig. 3, en donde todos los tetraedros tienen su vértice orientado hacia arriba, el cual se une a la estructura octaédrica de la Fig. 4 consistente en un par de láminas OH^{-1} empaquetadas en octaedro con cationes entre ellas, encontrándose en las arcillas de mejor calidad únicamente el aluminio como catión y en otras el fierro y el magnesio.

La lámina tetraédrica encaja en la octaédrica para formar las estructuras básicas de los minerales de arcilla. Esto ocurre al substituir cuatro de los seis OH^{-1} de la célula unitaria por el O^{-2} superior de la capa tetraédrica. También son posibles los arreglos de dos láminas, una tetraédrica y otra octaédrica entrelazadas (como por ejemplo en la caolinita) y los de tres con una octaédrica entre dos tetraédricas, minerales como micas y montmorilonitas Fig. 5.

Es importante tener en cuenta estas estructuras ya que de ellas se derivan dos propiedades que van a afectar el trabajo del alfarero: la forma de la partícula que a su vez influye en la plasticidad y la contracción de la pasta y la capacidad de intercambio iónico, propiedades muy importantes en la preparación de la pasta.

Fig. No. 3.

La lámina tetraédrica.



Ref. F. H. Norton, Cerámica Fina. Ediciones Omega, Barcelona España, 1975. p. 41.

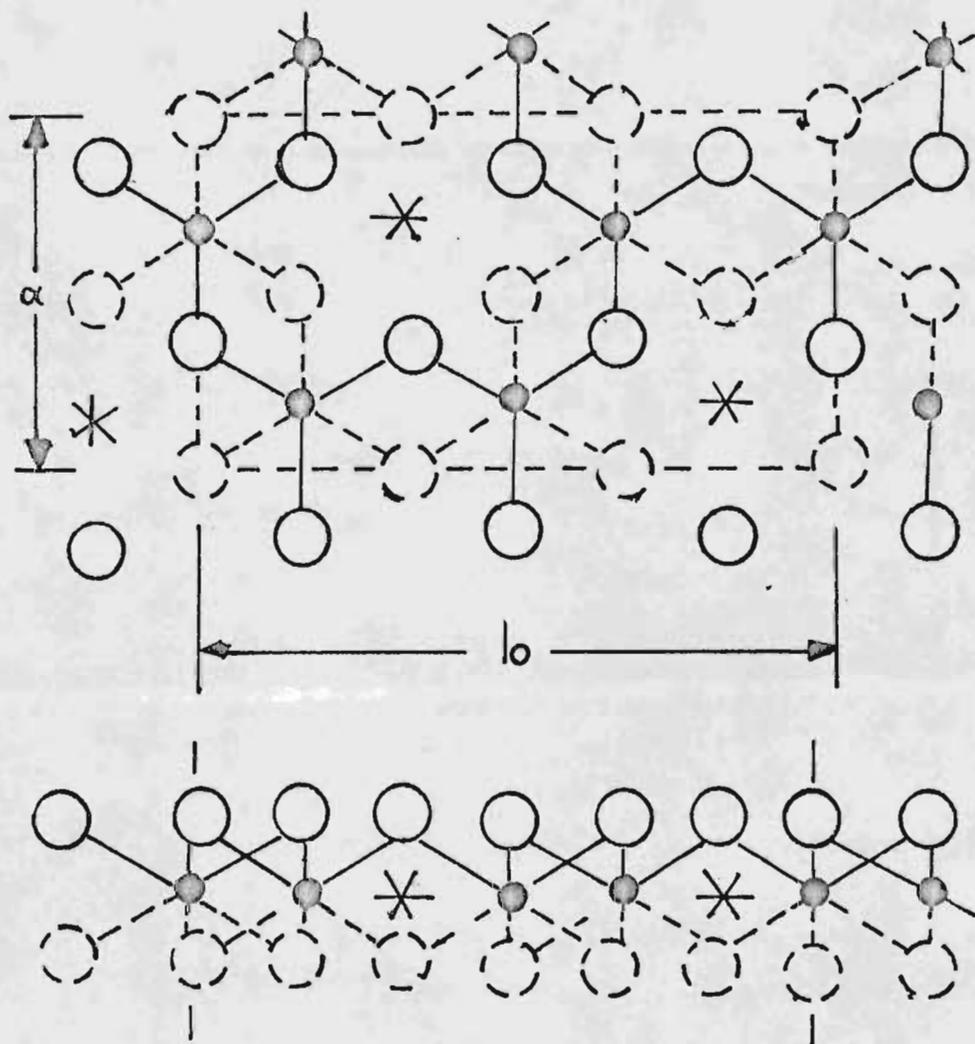
Fig. No. 4.

La lámina octaédrica.

OH

Aluminio

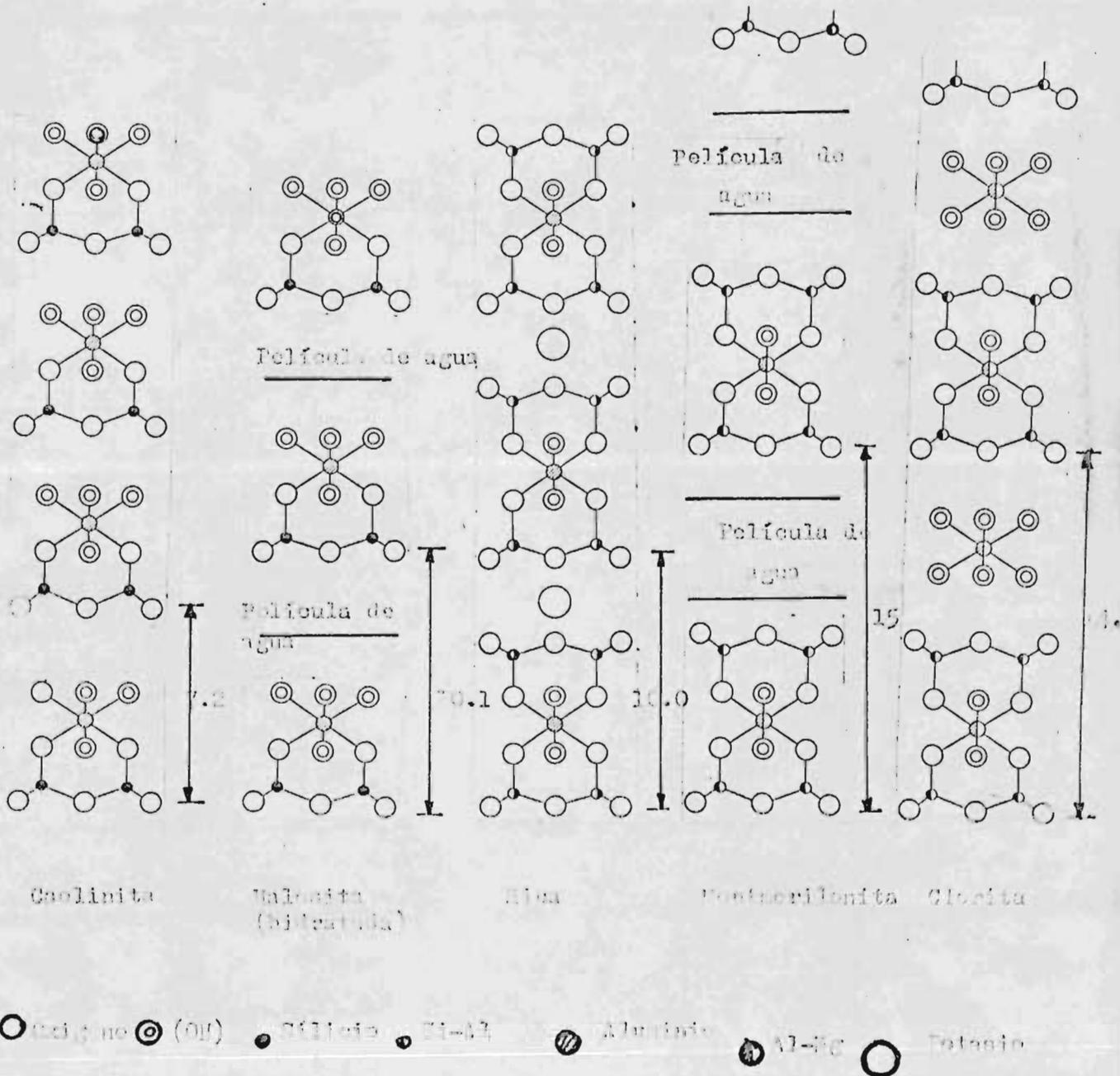
Huecos



Ref. F.H. Norton, Cerámica Fina. Ediciones Omega, Barcelona España, 1975. p. 40.

Fig. No. 5.

Estructuras de algunas arcillas y algunos minerales similares



B. Otros Materiales

a) Sílice. (SiO_2). Se usa casi en todas las pastas cerámicas ya que ayuda a reducir el encogimiento, aumenta la resistencia al choque térmico, y da porosidad y rigidez al cuerpo. Es el llamado pedernal del alfarero.

Otra variedad del SiO_2 es el cuarzo usado también por su gran resistencia a los choques físicos y químicos, la arena común es también arena de cuarzo.

b) Feldespatos. Se usan como ligas ya que al fundirse forman un vidrio que determina la unión de las partículas de arcilla, dando así características de translucidez como en la porcelana. Estos son los materiales fundentes más comunes ya que constituyen una fuente de sosa y potasa, siendo uno de los pocos minerales de estos compuestos que no son solubles en agua. En sus formas comerciales contienen los tres minerales mencionados anteriormente al hablar de la formación de las arcillas así como sílice y caolinita. Los minerales con alto contenido de potasa (K_2O) se usan para los cuerpos arcillosos, los de sosa (Na_2O) para barnices principalmente y los de cal (CaO) en cuerpos y barnices de piedra caliza.

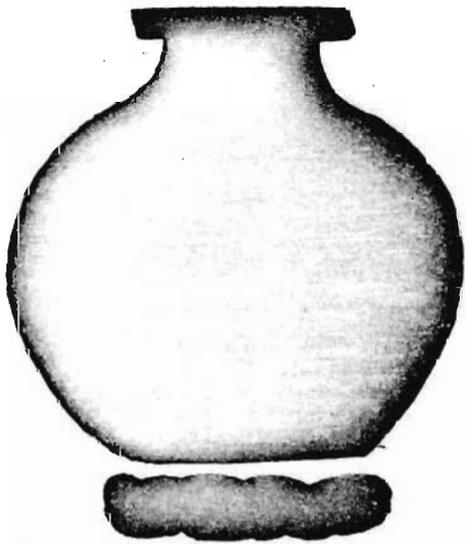
c) Carbonato de Calcio. (CaCO_3) finamente molido se usa como liga en algunos cuerpos, estimula el barnizado del mismo, aumenta la resistencia y la contracción pero disminuye la porosidad y añade blancura al cuerpo. Se usan como ingredientes en muchos barnices por su acción fundente. Blanco de España es el nombre más común que se le da. En ciertas ocasiones se usa el carbonato de magnesio de propiedades similares al calcio.

d) Nefelina Sienita ($.25\text{K}_2\text{O}$, $.75\text{Na}_2\text{O}$, $.11\text{Al}_2\text{O}_3$, 4.65SiO_2) Roca feldespática, pero que no contiene sílice libre, por lo que funde a temperaturas más bajas promoviendo una vitrificación más rápida del cuerpo. Al usar éste en lugar de feldespatos como liga, se reduce la temperatura para madurar en aproximadamente 3 conos. ←

e) Talcos. ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) La fórmula anterior es la del talco puro, encontrándose asociado a otros materiales que contienen

cal además de pequeñas cantidades de sílice y carbonatos de calcio y magnesio. Existe una amplia variedad de acuerdo a sus características físicas; son usados en pastas cerámicas para objetos de arte cuando contienen altos porcentajes de cal y en las porcelanas eléctricas cuando tienen bajo contenido de cal. En cuerpos de fuego bajo sirve como refractario y en fuego alto como fundente. Aumenta la resistencia eléctrica y reduce la contracción del cuerpo y la expansión por humedad lo que elimina el agrietado capilar.

VI - PASTAS.



VI. PASTAS

A. Relaciones del sistema arcilla-agua

Para la comprensión del mecanismo físico-químico, es necesario el conocimiento de las estructuras de las arcillas, del agua y las relaciones en este sistema.

Como punto inicial podemos dar que la estructura del agua en el sistema difiere de la de agua pura, ya que ésta puede ser alterada por las fuerzas de absorción en la superficie de las partículas de arcilla. Podemos clasificar el agua en el sistema según - como actúa:

- Absorbida
- De estructura
- De poro
- De capas.

Agua absorbida:

El agua que es absorbida es una capa de una o más moléculas en la superficie de los cristales.

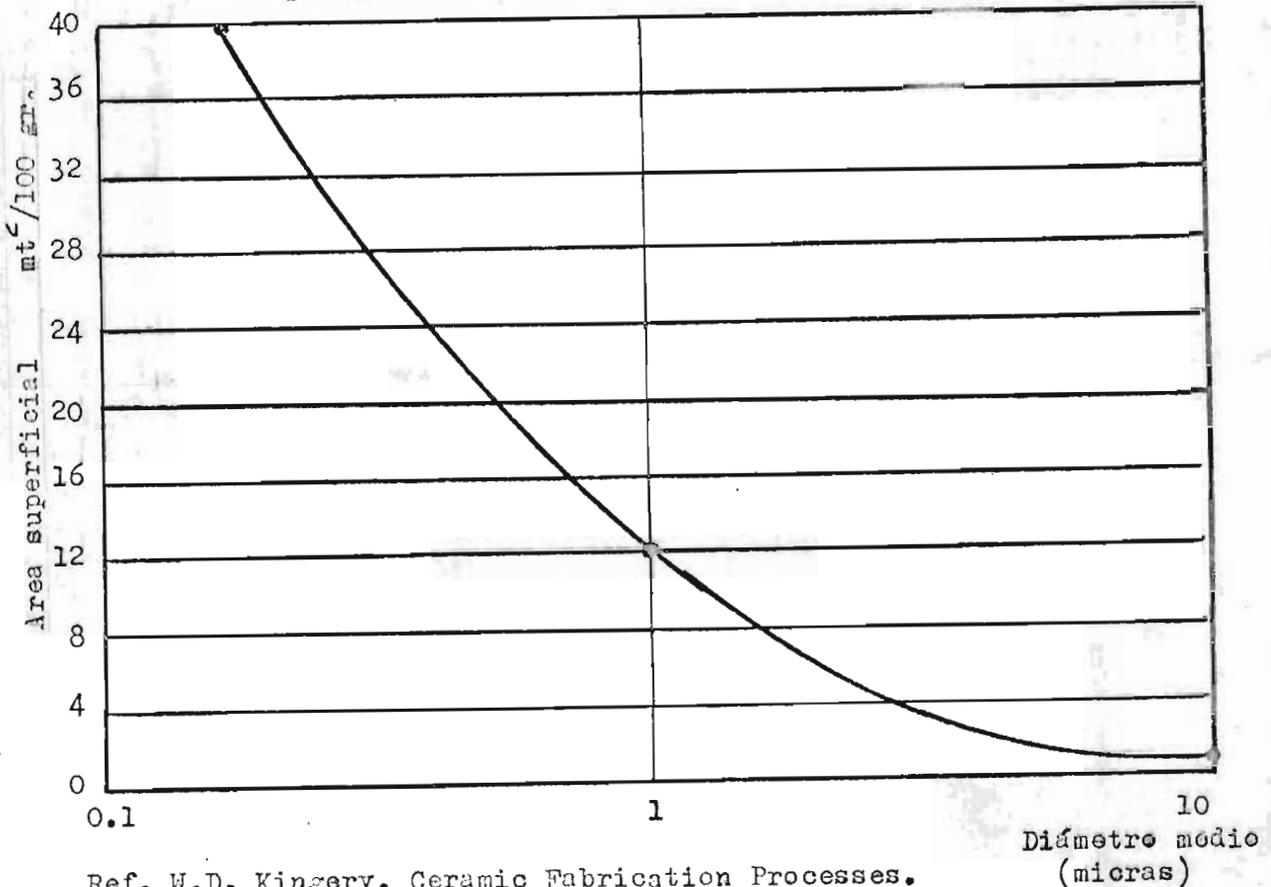
Cuando una arcilla seca es expuesta a la atmósfera, el total de agua absorbida es proporcional a la P_v (H_2O) en la atmósfera.

Las moléculas más cercanas a la superficie están ligadas más fuertemente lo que es demostrado por la energía requerida para liberarlas.

Como el area en las partículas es grande la cantidad absorbida de agua es apreciable.

La gráfica nos muestra el area para diferentes medias en el tamaño de partículas.

Area superficial para diferentes tamaños medios de partícula.



Ref. W.D. Kingery, Ceramic Fabrication Processes.
John Wiley y M.I.T., New York 1960, p. 3.

Agua de estructura;

Este tipo de agua se encuentra sólo en arcillas de tres - capas como la montmorilonita. El agua entra en los espacios entre las superficies y ocasiona una expansión en la estructura.

En muchos casos el agua entre la estructura es mayor que el agua absorbida y se ha creído que la contracción final en muchas arcillas de bola se debe a este tipo de agua.

Agua de poro;

Es el agua necesaria para llenar los poros en una masa de arcilla. El agua de poro no es una constante sino depende de el empaquetamiento de la arcilla, en general varía entre 0.3 y 0.4% del volumen total de la masa.

Agua de capas;

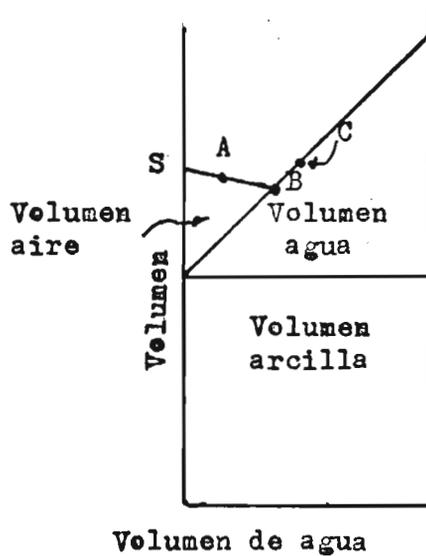
Cuando un volumen de agua en exceso es agregado, el volumen de la masa crece en un total igual. Inversamente en el secado -

la pérdida de volumen es la misma. Esta agua se encuentra entre partículas separadas de arcilla lo que ocasiona los efectos anteriores. El ancho de estas capas de agua varía de 0 a 0.03 micras equivalente a un total aproximado de cien moléculas.

Las relaciones de volumen en el sistema están representadas por la siguiente figura:

Fig. No. 7.

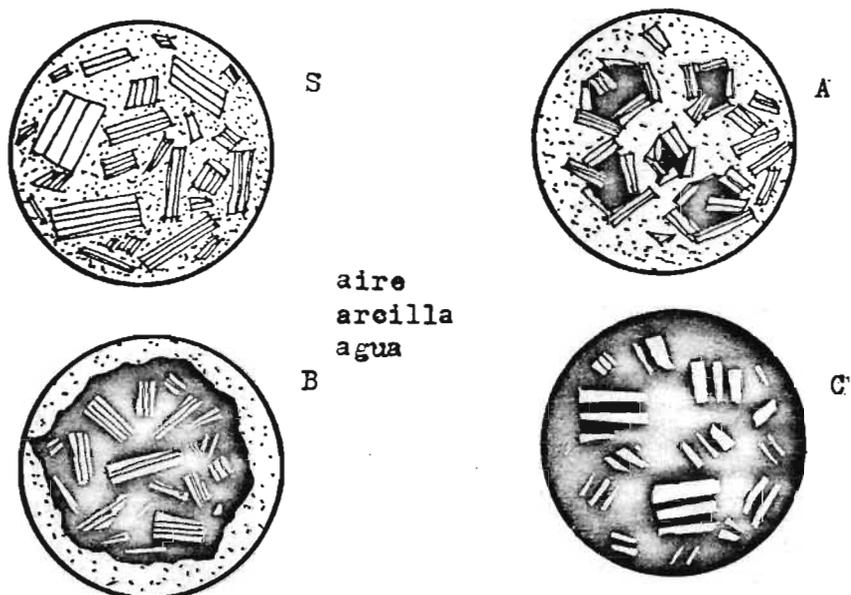
Relaciones de volumen para el sistema arcilla agua.



Ref. W.D. Kingery, Ceramic Fabrication Processes. John Wiley y M.I.T., New York 1960, p. 84.

El punto S muestra el volumen de arcilla seca, el B cuando el agua ha llenado los poros y el C. las láminas de agua han alcanzado su espesor máximo estable. Los puntos A y B se encuentran dentro de un sistema agua-aire-arcilla y el punto C en un sistema agua-arcilla, es decir de dos fases únicamente.

Esquemas del sistema arcilla-aire-agua relacionados con los puntos A, B, C y S de la Fig. No. 7.



Ref. W.G Lawrence, Ceramic Science for the potter. Chilton Book Co., New York, 1972, p.83.

Fuerzas entre partículas de arcilla.

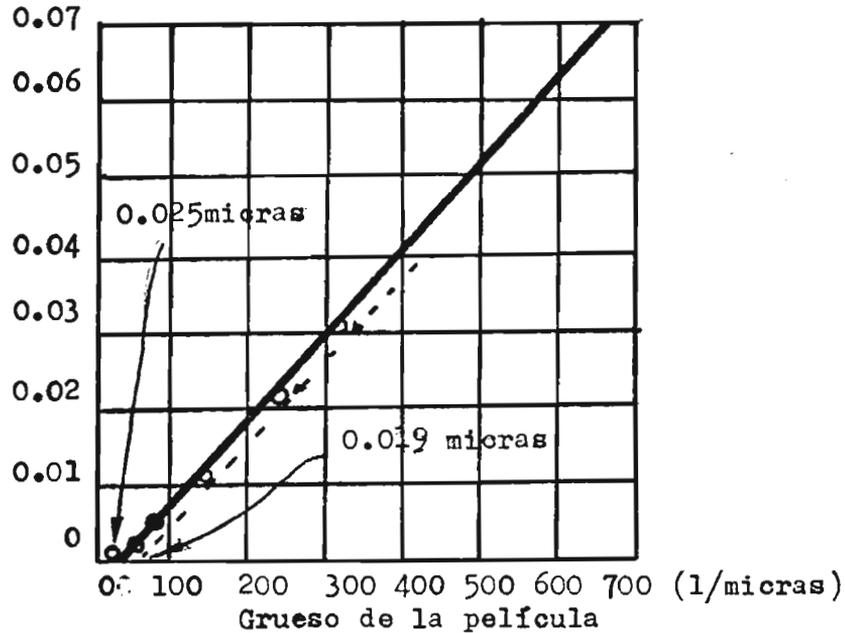
Son estas fuerzas uno de los factores importantes que afectan el comportamiento del sistema arcilla-agua.

En pastas hay dos fuerzas básicas, una de repulsión y otra de atracción entre dos partículas, rodeadas cada una de una película de agua.

Para la medición de estas fuerzas se ha usado un método basado en la acción de una presión sobre una cantidad de arcilla - hasta alcanzar un equilibrio y el grueso de la película, tomando las relaciones entre encogimiento de secado y la distancia en arcilla seca.

Se han obtenido así relaciones entre la magnitud de la fuerza y el grueso de la película como la mostrada en la gráfica para dos tipos de caolinita.

Relación entre el grueso de la película de agua entre dos partículas de arcilla y la fuerza entre ellas, para dos diferentes tipos de caolinita.



Ref. W.D. Kingery, Ceramic Fabrication Processes. John Wiley y M.I.T., New York 1960, p. 85.

Es interesante observar que hay un tamaño mínimo de película arriba del cual dejan de actuar las fuerzas entre partículas electrostáticas. Se piensa que las fuerzas de repulsión se deben a partículas cargadas negativamente y las de atracción para las moléculas de agua que forman película de agua. Las fuerzas de atracción se pueden pensar debidas a la tensión superficial del agua que rodea a las partículas. Hay alguna evidencia de esta teoría de la membrana al encontrar una relación directa entre la tensión superficial del agua y el punto de deformación de la masa plástica.

Pastas líquidas.

[En el vaciado en moldes son usadas estas pastas, las cuales son suspensiones de arcillas, materiales no plásticos y defloculantes en agua; de baja viscosidad y alta densidad]. Podemos decir que una buena pasta debe tener las siguientes características:

- a) Una baja viscosidad que le permita fluir facilmente en el molde.
- b) Que no haya asentamiento de sólidos.

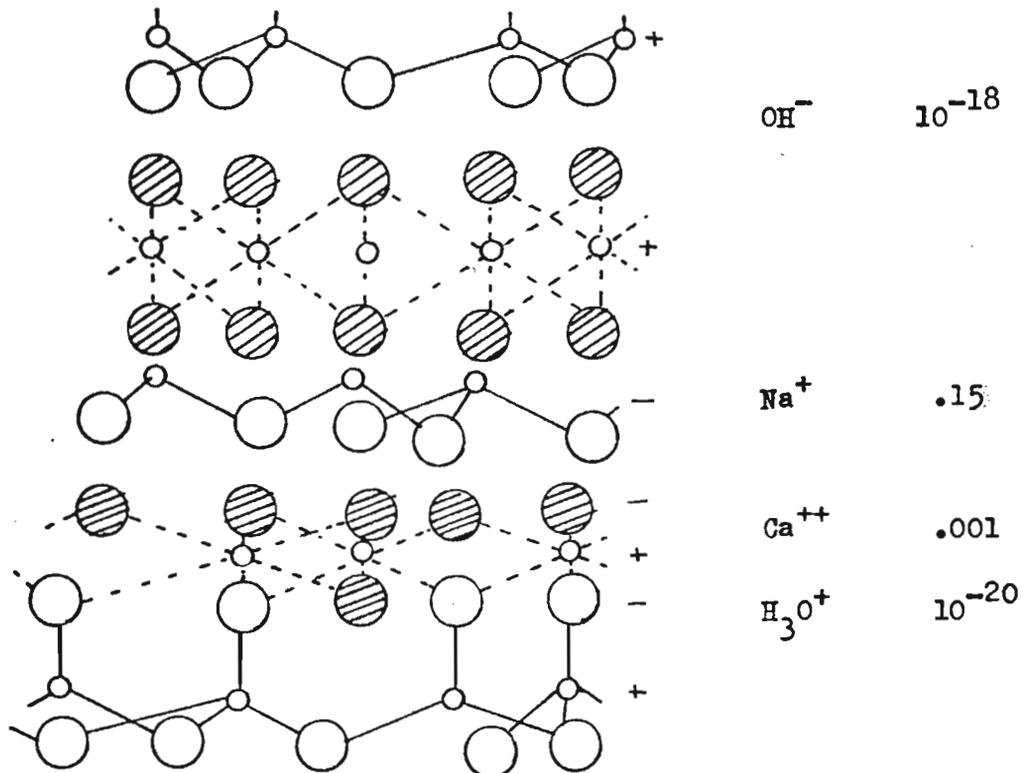
- c) Liberación rápida después del vaciado.
- d) Velocidad de solidificación dentro del molde, rápida, sin llegar a ser excesiva.
- e) Baja contracción en el secado.
- f) Habilidad para drenar limpiamente.
- g) Liberación rápida de la pieza y el molde.
- h) Buena resistencia en verde de la pieza.

La manera como los defloculantes actúan es la base para la comprensión del comportamiento de las pastas líquidas.

La estructura de los cristales de caolinita tiene lugares negativos y positivos no satisfechos lo que ocasiona la atracción de cargas opuestas.

Fig. No. 10.

Absorción de iones en un cristal de caolín. Los números indican el porcentaje de tiempo en que el sitio es dejado vacante por el ión debido a la energía térmica.



Si un cristal de caolinita es colocado en agua conteniendo hidróxido de sodio, el ión Na^+ será absorbido en los sitios negativos y el ión OH^- en los positivos, así se podría esperar que las partículas permanecieran neutras, pero esto no es así y las partículas de arcilla muestran una carga negativa. La energía con la cual un ión es ligado a la superficie de un cristal depende del tamaño y carga del ión, así iones con carga baja son sujetados con menos fuerza que otros de mayor carga y los más pequeños estarán más apretados que los grandes.

La energía térmica mantiene los iones en constante movimiento y si esta es suficiente puede romper la ligadura entre el ión y el cristal haciendo que el ión regrese a la suspensión.

El porcentaje de tiempo que el ión deja su lugar puede ser calculado y para el ión Na^+ se encuentra un .15%, en tanto que para el ión OH^- es $10^{-18}\%$. Así los sitios negativos están vacantes por espacios mucho mayores que los positivos, lo que hace que la carga neta de la partícula sea negativa.

Con iones como el Na^+ , K^+ , Cs^+ y NH_4^+ puede desarrollarse la carga negativa debido a la baja energía de las ligaduras, pero con iones como el Ca^{+2} , Mg^{+2} , Al^{+3} que son absorbidos con mayor fuerza esto no es posible permaneciendo neutras las partículas.

Esta teoría es afirmada por las experiencias:

- a) La carga calculada a través de la teoría coincide con la carga real observada.
- b) Un incremento en la temperatura ocasiona un incremento en la carga de la partícula.
- c) La teoría predice que una carga positiva puede desarrollarse en la partícula de pequeños cationes con gran carga como el Al^{+3} y aniones grandes con una carga como el Cl^{-1} y CNS^{-1} son absorbidos, lo cual ha sido confirmado.

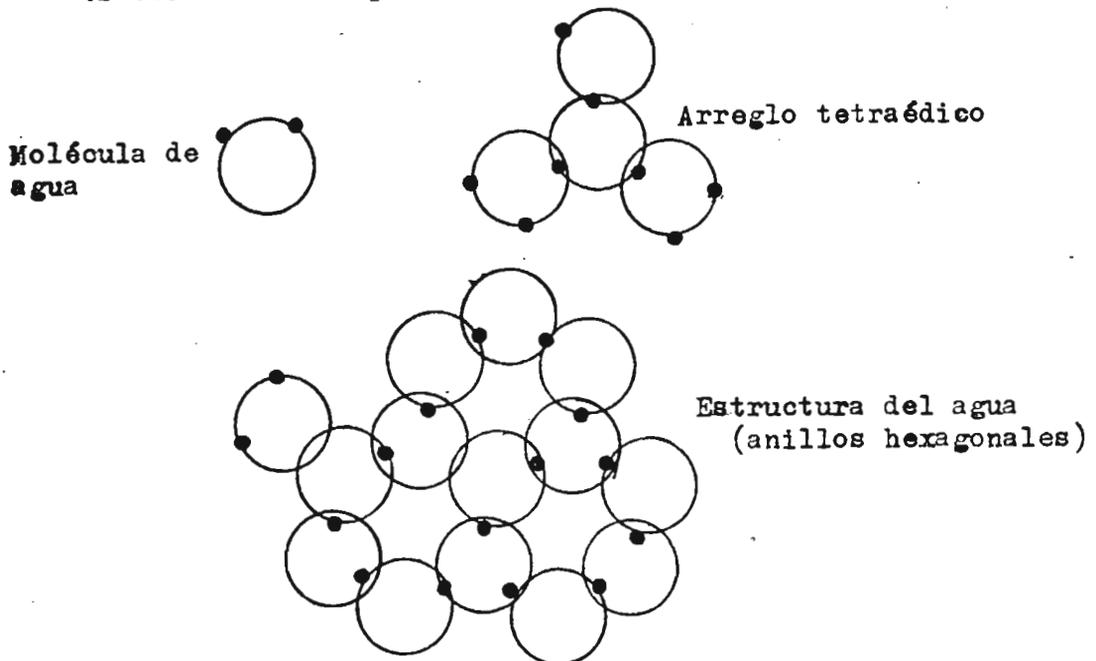
Estos mismos iones capaces de producir una carga en las partículas de arcilla son los mismos que rompen la estructura del -

agua, mientras que los que producen pequeña carga o no la producen son aquellos que promueven la estructura del agua.

Esto es mejor entendido si se piensa en la estructura del agua formada por anillos hexagonales debidos a la atracción de los dipolos que ocasionan la formación de puentes de hidrógeno.

Fig. No. 11.

Asociación de moléculas de agua que resulta de la atracción entre dipolos.

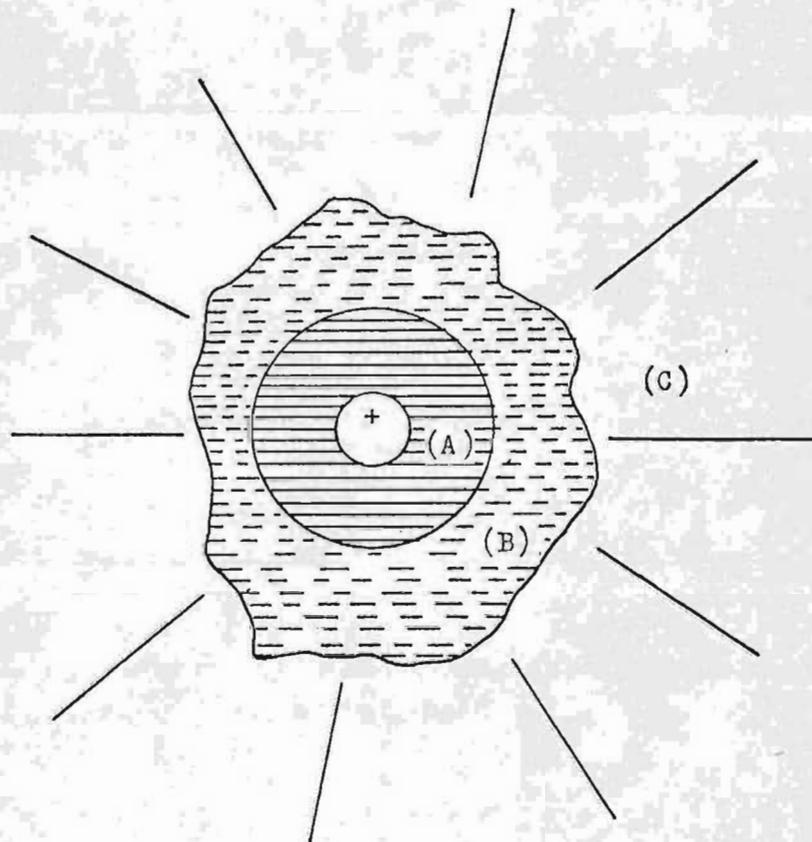
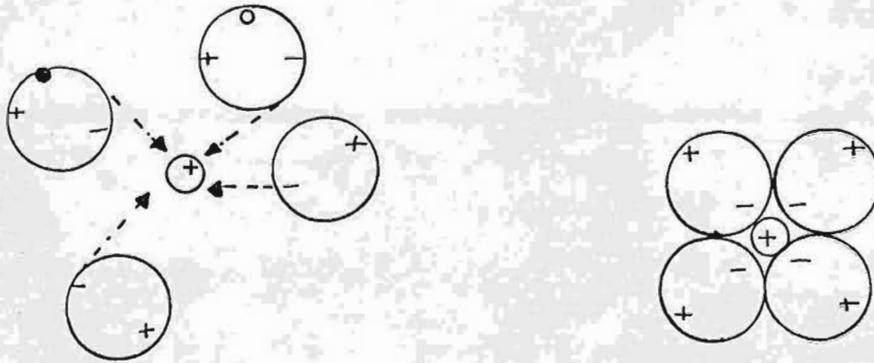


Ref. W.G. Lawrence, Ceramic Science for the potter. Chilton Book Co., New York, 1972, p. 63.

Por otro lado sabemos que debido a la polaridad del agua los iones en solución se encuentran hidratados.

Un modelo que explica sencillamente las relaciones de los iones en el agua consiste de una capa de moléculas (A) con poca movilidad rodeando al ión (+) seguida de otra capa (B) que une la estructura del agua con el agua de hidratación y en la que hay una gran movilidad.

Atracción de las moléculas de agua por un ión positivo y modificación de la estructura en la periferia del ión.
 (+) ión, (A) región de poca movilidad, (B) región de -
 gran movilidad, (C) agua en la periferia.

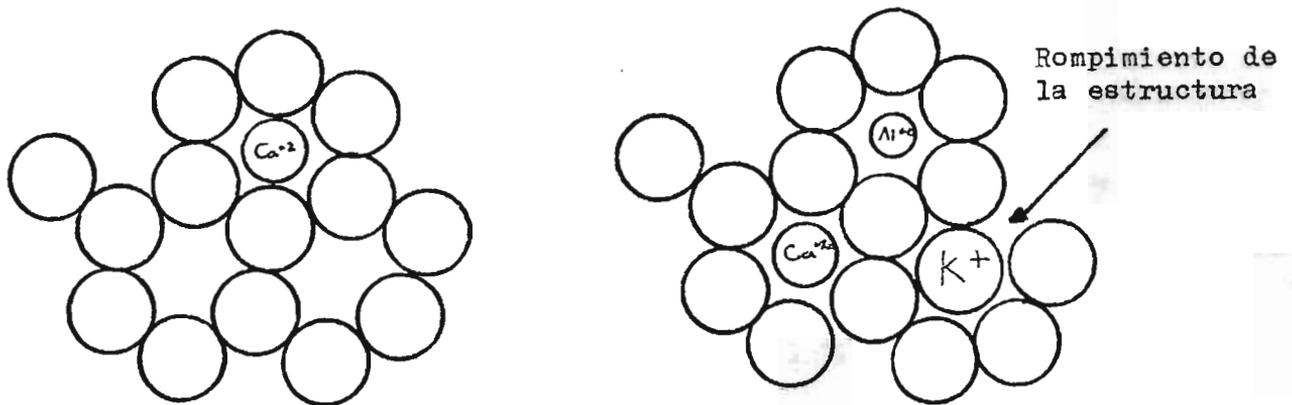


El tamaño de la región (A) dependerá del tamaño del ión y de su carga. Así los iones pequeños y de mayor carga hacen que la región (A) sea de mayor tamaño.

Hay datos que indican que el tamaño es un factor importante y se propone la explicación que los iones pequeños entran en los espacios formados por el hexágono sin rompimiento de la estructura del agua en tanto que los mayores provocan un rompimiento de ésta. Se ha calculado un tamaño de 1.36Å de radio para cationes monovalentes como tamaño crítico.

Fig. No. 13.

Efecto en la estructura del agua con la introducción de un ión pequeño (Ca^{+2} ó Al^{+3}) y de un ión grande (K^{+}).



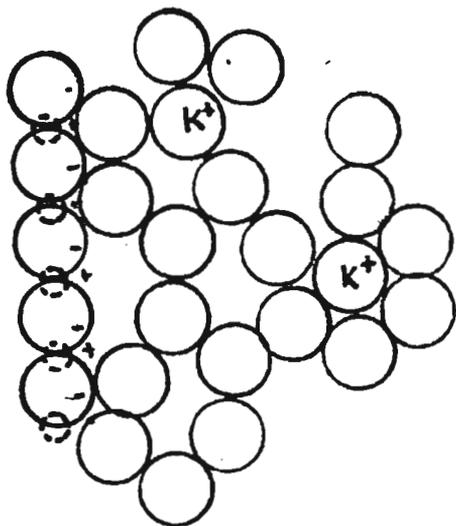
Ref. W.G. Lawrence, Ceramic Science for the potter. Chilton Book Co., New York, 1972, p.66.

Esto hace que los iones pequeños con mayor carga hagan posible la creación de estructuras más estables en tanto que los mayores provocan una condición inestable.

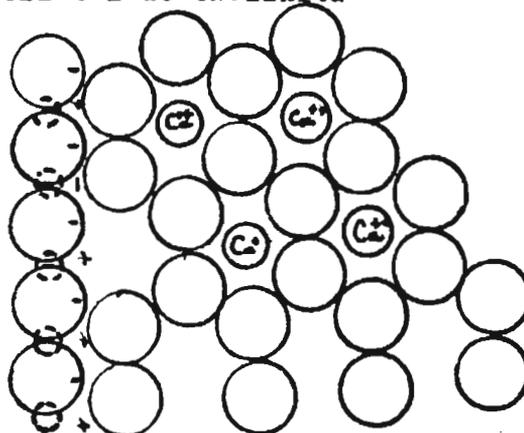
Estos datos son también importantes en las propiedades plásticas de una masa ya que el agua reticular puede ser disminuida con iones como el K^{+1} ó aumentada con el Ca^{+2} .

Estructura del agua en la periferia de un cristal de caolinita al ser introducido a) un ión grande como el K^+ y b) un ión pequeño, como Ca^{++} .

Cristal de caolinita



Cristal de caolinita



Ref. W.G. Lawrence, Ceramic Science for the potter. Chilton Book Co., New York, 1972, p.70.

De estas figuras vemos que en el caso de el potasio esta estructura no puede ser continuada en distancias largas, lo que hará que una pequeña fuerza pueda romper o deformar el sistema, siendo el caso contrario con el Ca^{+2} .

Es decir, iones pequeños multicargados pueden ser usados para mejorar la plasticidad de una masa.

Una de las más sensibles propiedades a la presencia de cationes como Na^+ es la viscosidad.

Si $NaOH$ es añadida a una suspensión de caolinita y agua, iones Na^+ y OH^- son formados siendo atraídos por los sitios negativos y positivos del cristal, hasta que estos sitios han sido llenados, estos iones son removidos de la solución y nosotros observamos muy pequeño cambio en la viscosidad y PH, pero cuando los sitios positivos y negativos son llenados se observa una caída en la viscosidad y aumento del Ph, a esta cantidad de electrolito se le ha llamado capacidad de intercambio iónico.

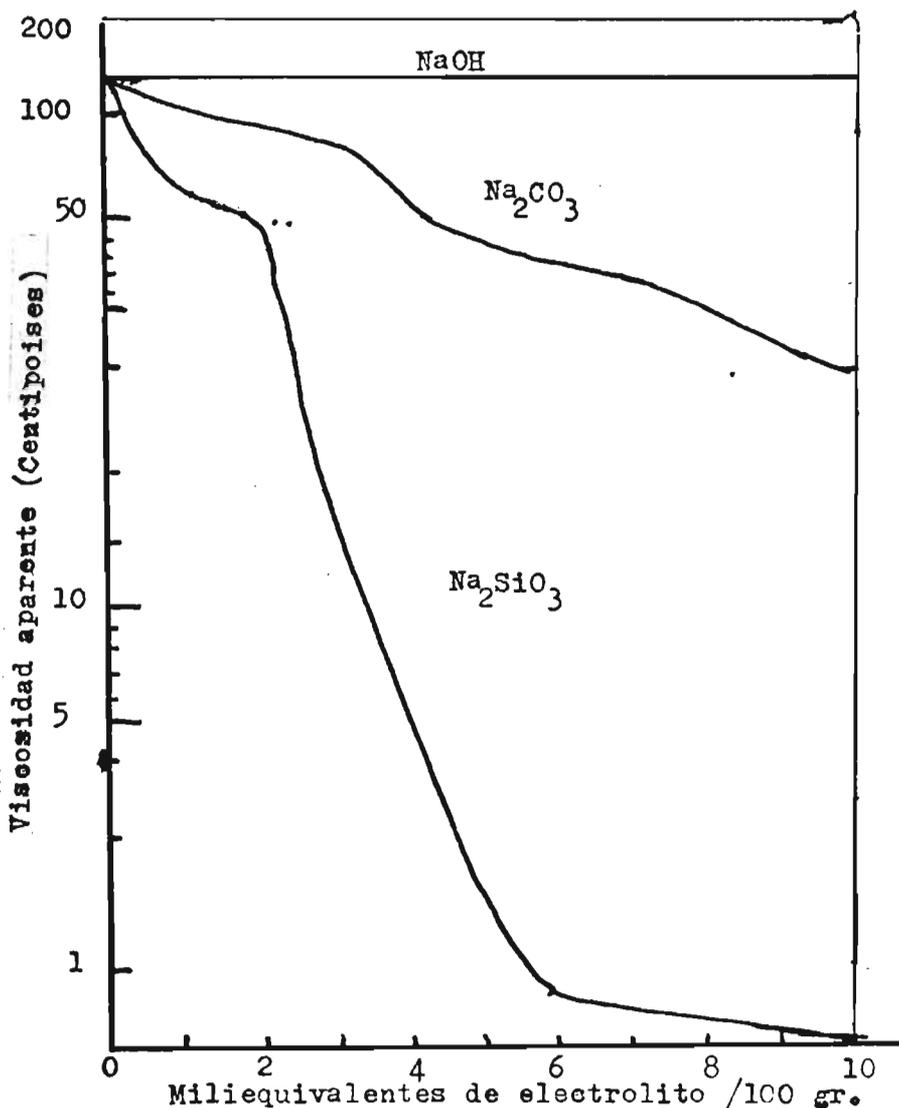
Los iones Na^+ provocan un rompimiento en la estructura del agua impidiendo la formación de películas de agua grandes por -

lo que se provoca la caída de viscosidad y los iones OH^- dan el aumento de PH.

El NaOH rara vez trabaja como desfloculante en la práctica ya que en presencia de iones Ca^{+2} forma el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ también soluble por lo que son usados el silicato de sodio o el carbonato con los que se precipita el calcio.

Fig. No. 16.

Acción de tres compuestos de sodio usados como desfloculantes en pastas líquidas.

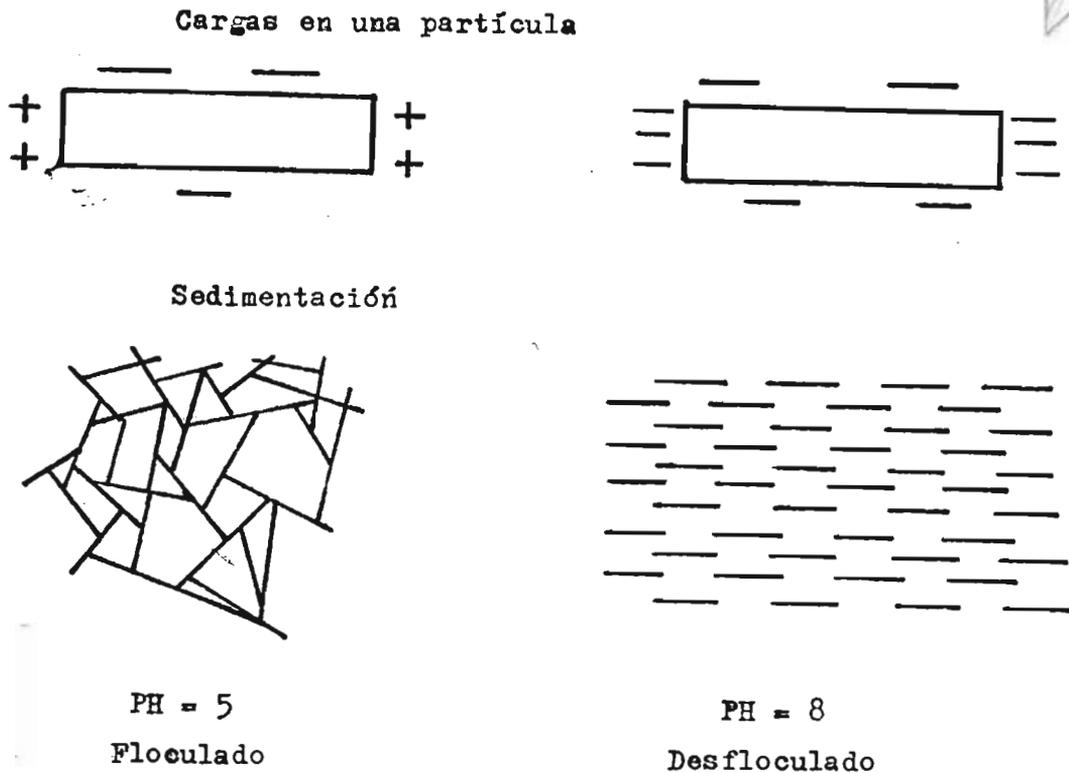


Ref. W.G. Lawrence, Ceramic Science for the potter. Chilton Book, Co., New York, 1972, P.78.

Como resultado de la desfloculación y el rompimiento de la estructura del agua y el desarrollo de carga a las partículas, un sistema desfloculado tiene propiedades diferentes de uno floculado.

En resumen las características resultantes debido a estos efectos pueden observarse en la figura No. 17 que da una idea de la distribución de cargas a bajos y a altos Ph y los arreglos que - resultan de la sedimentación.

Fig. No. 17.



Algunas de las diferencias de estos dos sistemas son las siguientes:

Floculado	Desfloculado
Rápida sedimentación	Suspensiones estables
Bajo contenido de sólidos	Alto contenido de sólidos
Alta viscosidad	Baja viscosidad
Alto punto de cedencia	Bajo punto de cedencia
Mayor encogimiento	Menor encogimiento
Menor densidad en verde	Alta densidad en verde
Menor fuerza en el secado	Mayor fuerza en el secado

B. Preparación de la Pasta

[Después de haber preparado la arcilla, ésta deberá ser mezclada con algunos otros materiales para lograr mejores características acordes con el uso que se le vaya a dar a la pieza, así como la técnica que se usará en la formación del cuerpo, en la que ma y el tipo de decoración.]

[Así dependiendo de las características deseadas deberán balancearse las cantidades para obtener el mejor rendimiento posible.]

En general en la preparación de una pasta el artesano tratará de obtener en ésta las mejores características de trabajo en los siguientes puntos:

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1) En la formación del cuerpo: | a) Plasticidad |
| | b) Viscosidad |
| 2) En el secado | a) Encogimientos |
| | b) No presentar cuarteaduras |
| | c) Fuerza de cohesión que se requiera según el modelo. |
| 3) En la quema | a) Temperatura de madurez, de vitrificación y deformación |
| | b) Color |
| | c) Dureza, traslucidez y absorción. |
| 4) En la decoración | a) El tipo de pasta deberá ser acorde al barniz, esmalte o color que se pretenda usar. |

[Hay ocasiones en que la arcilla como es extraída del yacimiento ^{que} da las características que el artesano necesita ^{que} por lo que únicamente será necesario lavarla y tamizarla o colarla para ser trabajada,] y en algunos otros no sabiendo el artesano como mejorarla se adapta a ella aunque no sea de su satisfacción.

[Preparación de la pasta:]

Ahora bien, para preparar la pasta, conociendo de qué ingredientes y en qué cantidades constará, se sigue uno de los procedimientos siguientes:]

[1. Para trabajo manual y en torno:

- s) En seco; se mezclan los ingredientes secos y a continua

ción se agrega la debida cantidad de agua cuidando que no se formen grumos y cuando la masa tiene baja la consistencia adecuada y distribución uniforme se le deja en recipientes o bolsas de plástico a "curarse" o "añejarse" para ser trabajada después de unos días.]

Este proceso aunque de mayor rapidez y menos complejidad puede presentar las siguientes desventajas:

-El contenido de impurezas y cascajo puede ser alto, si los ingredientes no han sido tratados y limpiados con anterioridad.

- Mala mezcla ya que si no se dispone del equipo adecuado es muy difícil obtener una distribución homogénea de todos los constituyentes.

-Formación de grumos aun si la cantidad de mezcla es de unos pocos kilos y no se dispone del equipo adecuado.

2. El proceso húmedo;

Es el que da mejores resultados cuando se trata de artesanos que usan arcillas no purificadas y casi ningún equipo.

En este método se mezclan los ingredientes secos y se forma una crema con agua, es conveniente el ir agregando el polvo al agua agitando constantemente para ir logrando una mezcla uniforme y la desaparición de los grumos; el recipiente no debe de ser de ningún material metálico que pueda formar óxidos que contaminen la arcilla si se desea una pasta de cierta pureza. Después de esto la mezcla pasa por una criba para que desaparezcan los grumos y eliminar las partículas de mayor tamaño, de aquí pasa a un separador magnético (este paso casi siempre es omitido en la práctica) y después se elimina el agua lo que se hace filtrándola en filtros prensa, de vacío o por gravedad mediante lonas, según el tamaño de la producción y los medios de que se disponga o por decantación o usando ambos métodos, después de esto si la pasta aun contiene mucha agua se le deja secar a la intemperie cubriéndola con papel periódico, o se le puede colocar sobre algún material que absorba el agua, como yeso.

Ya eliminada el agua, se amasa la pasta hasta que tenga la plasticidad deseada, y no haya aire entre la masa, es aquí cuan

do se agrega la chamota (pasta ya quemada y pulverizada que se usa para evitar el encogimiento en el secado) ya conseguido ésto la pasta se dejará añejar; lo que hace a la pasta más moldeable debido a que toma mucho tiempo el que el agua penetre en los intersticios de la arcilla y cree películas estables, se supone que también influye la acción bacteriana en este proceso.

Por último a las pastas que van a ser usadas para moldeo por vaciado se les agrega un defloculante con el objeto de hacer la mezcla más fluida sin tener que usar una gran cantidad de agua, lo cual haría que la pieza tuviera un encogimiento mayor, que presentara rugosidades o no secara lo suficiente en el molde, además de no adquirir un grosor uniforme en las paredes superiores e inferiores. Los principales defloculantes usados son el silicato de sodio y el carbonato sódico, siendo común el uso de otros agentes para aumentar la fluidez como la cola o el almidón. No todas las arcillas pueden ser usadas para este fin ya que altos contenidos de óxido de hierro y alcalis impiden que actúen los defloculantes. Por lo que es importante seleccionar el tipo de arcilla, así como probar con diferentes defloculantes y sus combinaciones.]

C. Plasticidad

Definida como la propiedad de un material la cual permite deformarlo y retener esa nueva forma cuando la fuerza se retira. Y más cuantitativamente Lawrence ⁽¹⁾ la define como el producto del "yiel point" por la extensibilidad.

El "yiel point" es la fuerza requerida para comenzar el movimiento o causar la deformación inicial.

Máxima extensión o extensibilidad ("extensibility") es el total de movimiento que el sistema puede tolerar antes de causar una fractura o romperse.

Las arcillas son materiales muy sensibles en estas tres propiedades al variar el agua, además que otras propiedades intangibles son provocadas por deformación lo que añade confusión de las medidas de plasticidad.

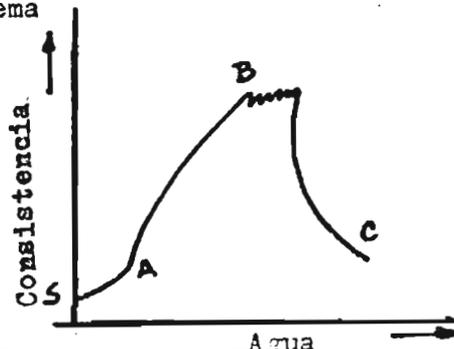
Hay algunas pruebas ideadas para medir las cualidades plásticas de un sistema arcilla-agua, una de las cuales se basa en la medición de la fuerza necesaria para cortar un sistema arcilla-agua cuando el agua es añadida a una velocidad controlada.

La curva típica obtenida es como la presentada en la Fig. (18) y da una idea de las propiedades plásticas como una función del contenido de agua y las figuras dan el esquema que explica esta forma de curva.

Fig. No. 18.

(1)

Forma de la curva obtenida al graficar la consistencia y el contenido de agua en una arcilla y - esquemas representando la relación de la curva con el sistema



(1) W.G. Lawrence, Ceramic Science for the potter. Chilton Book Co., New York, 1972, pp. 82 y 83.



El agua necesaria para llegar al punto B de la gráfica es la llamada "agua de plasticidad" cuya cantidad varía dependiendo del tipo de material.

Los factores que influyen en la plasticidad son:

- a) Tipo y cantidad de iones absorbidos lo cual determina la carga de las partículas.
- b) Tensión superficial del agua.
- c) Temperatura.
- d) Tamaño de partícula.
- e) Rigidez de la película de agua entre partículas.

Es conocido que los sistemas arcilla-agua en los cuales no se ha desarrollado carga o ésta es muy pequeña tienen un alto punto de cedencia y buenas propiedades plásticas y arcillas con iones monovalentes absorbidos, lo que da un desarrollo de cargas o defloculación, tienen un bajo punto de cedencia o no tienen por lo que no exhiben propiedades plásticas.

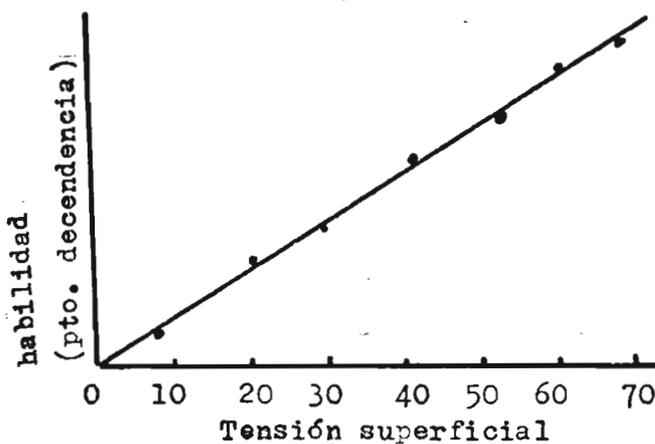
Iones como el Ca^{+2} o el Al^{+3} incrementan la plasticidad

y en algunos casos es añadida cal para lograr este efecto, sin embargo no se puede separar del efecto producido en el agua absorbida por estos iones el cual sin duda es mayor.

La tensión superficial del agua que afecta a la plasticidad ha sido discutida por Norton en su "Stretched membrane" teoría de la plasticidad, la que hemos mencionado en páginas anteriores. Kingery y Franch han mostrado el efecto de la tensión superficial de la fase acuosa. Y así cuando agentes reductores de la tensión superficial son agregados, la plasticidad es disminuida. La gráfica muestra esta relación en una pasta de loza blanca.

Fig. No. 19.

Habilidad en una pasta (tomando el punto de cedencia como medida) para diferentes valores en la tensión superficial.



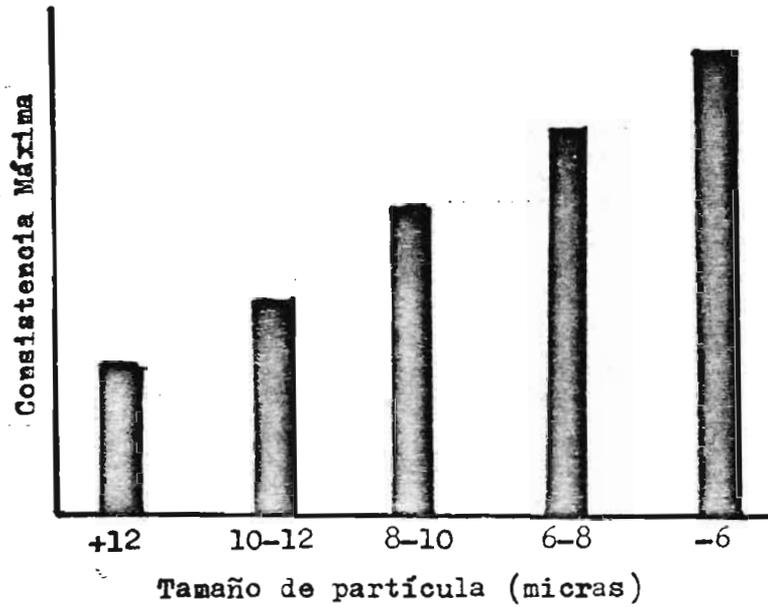
Ref. W.D. Kingery, Ceramic Fabrication Processes. John Wiley y M.I.T., New York 1960, p.87.

Una elevación de la temperatura del sistema provoca la reducción en la rigidez de las películas de agua ocasionando así baja en el punto de cedencia y decremento en la fuerza necesaria para formar el sistema, un incremento en la carga de las partículas y una baja en la tensión superficial del agua lo que hace al punto de cedencia más bajo.

Por último el tamaño de partícula es importante, ya que si la capilaridad es la fuerza que las mantiene unidas estas fuerzas son función del tamaño de los capilares y esto es función del tamaño de las partículas.

Fig. No. 20

Efecto del tamaño de partícula en la consistencia máxima de un caolín.



Ref. W.G.Lawrence, Ceramic Science for the potter. Chilton Book Co., New York, 1972, p. 91.

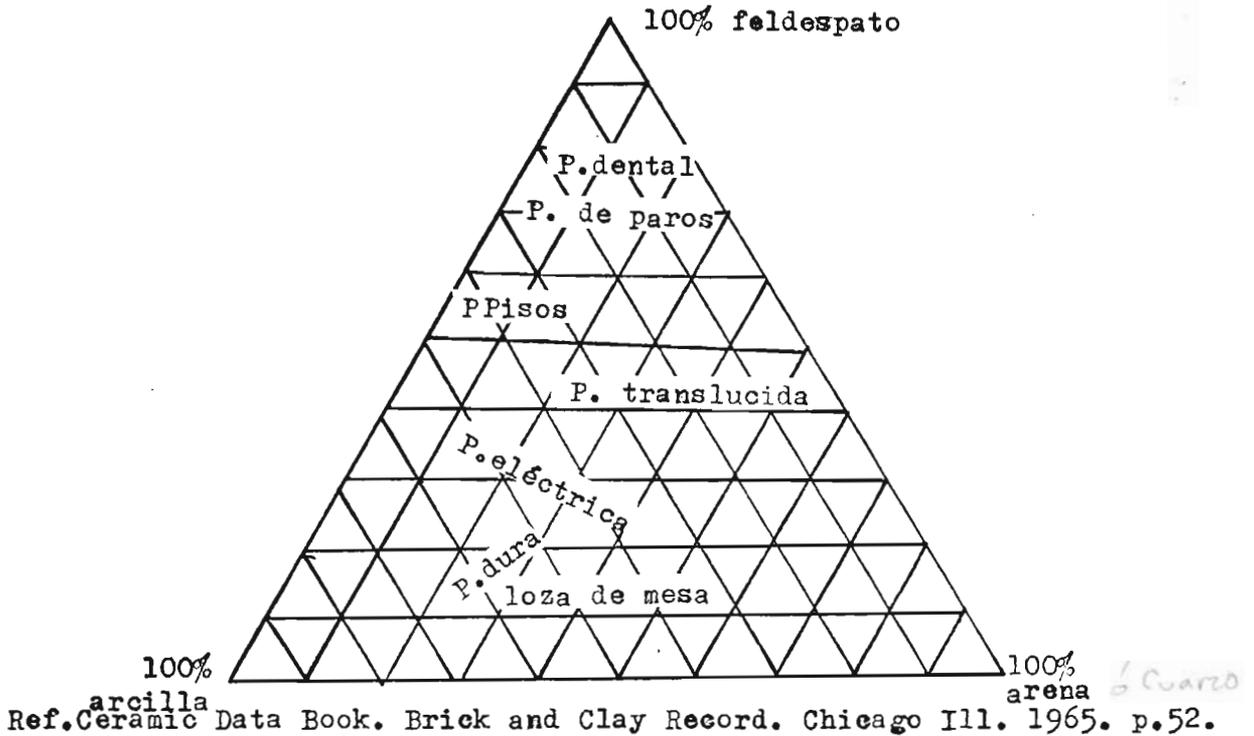
D. Composición de las Pastas

De todos los minerales mencionados anteriormente, tres son los principales constituyentes de la mayoría de pastas usadas en la cerámica, siendo:

- a) La arcilla, como elemento que da condiciones de plasti cidad.
- b) La sílice como componente no plástico.
- c) El feldespato como vitrificante.

Fig. No. 21.

Porcentajes aproximados de arcilla, sílice y feldespato en diferentes tipos de cerámica.



En la tabla No. 3 se indican diferentes tipos de artículos, así como de sus temperaturas de maduración con las pastas más comunes.

Tabla No. 3. Temperatura y composición aproximada de algunos artículos. (1)

Temperatura	Material	Cascajo	Composición aproximada
900-1000°C	Productos de fábricas de ladrillo y tejas	rojo poroso	Arcilla con agua y cal
900-1050°C	Alfarería Terracota Mayolica	rojo poroso	25-45 Substancia arcillosa 30-40 Cuarzo+feldespatos 15-35 Greda 3-14 Oxido de hierro
900-1200°C	Arcilla blanca Artículos calcáreos	blanco poroso	35-50 Substancia arcillosa 35-40 Cuarzo+feldespatos 10-25 Greda
1200-1250°C	Fayenzas Artículos de feldespato	blanco poroso	50 Substancia arcillosa 40-45 Cuarzo 5-10 Feldespato
1300-1400°C	Arcilla refractaria	Amari-llento poroso	50-60 Substancia arcillosa 40-30 Chamotaaprox. -10 Feldespato aprox.
1200-1350°C	Porcelana blanda	Blanco Compacto	25-40 Arcilla blanca 20-40 Cuarzo 30-50 Feldespato under 5 Greda
1200-1350°C	Loza	- Rojo Compacto	40-50 Substancia arcillosa 30-40 Cuarzo 10-30 Feldespato
1400-1450°C	Porcelana dura	Blanco Compacto	50 Substancia arcillosa 25 Cuarzo aprox. 25 Feldespato aprox.

De la tabla podremos ver que las pastas más usadas en nuestro medio para fines artesanales, son las pastas de baja cochura y las de stonware.

(1) Peder Hald. Técnica de la Cerámica. Ediciones Omega S.A., Barcelona España, 1973. p. 136.



vii-formación del cuerpo

VII. FORMACION DEL CUERPO

Después de añejada la pasta, el siguiente paso es la formación del cuerpo que puede hacerse por uno de los siguientes métodos:

1. Manual
2. En torno
3. En molde por:
 - Vaciado
 - Presionado
 - Inyección
 - Prensado

En la formación del cuerpo en el proceso manual, en torno, o por presión en un molde, la pasta debe ser amasada nuevamente inmediatamente antes de usarse con lo que se vuelve más plástica y cálida ya que las partículas se aprietan entre si acomodándose ordenadamente con lo que el cuerpo será más compacto y el encojimiento en el secado resultará parejo sin peligro de grietas, además elimina el aire que pueda haber entre las partículas lo cual causa problemas en el quemado.

A. Manual

El modelado manual o libre se realiza principalmente en las zonas indígenas y en donde se hace escultura que no es en molde; se realiza siguiendo una o más de las cuatro técnicas básicas mencionadas a continuación

1. Moldeado directo:

Se toma la cantidad de pasta necesaria para la pieza y se le da la forma requerida, se usa principalmente en piezas pequeñas y a veces también para la decoración de piezas mayores.

2. Dando la forma básica por medio de rollos:

Se hacen rollos de un diámetro aproximado al grosor que se desea en la pieza, la base puede hacerse formando una espiral o con cualquiera de las otras técnicas y las paredes se empiezan a formar superponiendo los rollos uno sobre otro, ya obtenida la forma básica se alisan las paredes por dentro y fuera, para obtener una superficie uniforme.

3. Dando la forma básica por medio de placas:

Se cortan tiras que pueden variar en sus dimensiones según sea el tipo de pieza y con éstas se realiza la forma básica la cual se alisa obteniendo así el cuerpo final.

4. Pastillaje:

En esta técnica se va levantando la pieza superponiendo trozos de pasta que se adhieren a presión y se alisan después. - También es muy usado para la decoración de las piezas.

Hemos mencionado las técnicas básicas aunque la mayoría de las veces son usadas más de una en la obtención de una sola pieza, dándose así el caso de una jarra en donde la base se hace por una placa, el cuerpo por rollos y la decoración y forma superior - por modelado directo y pastillaje.

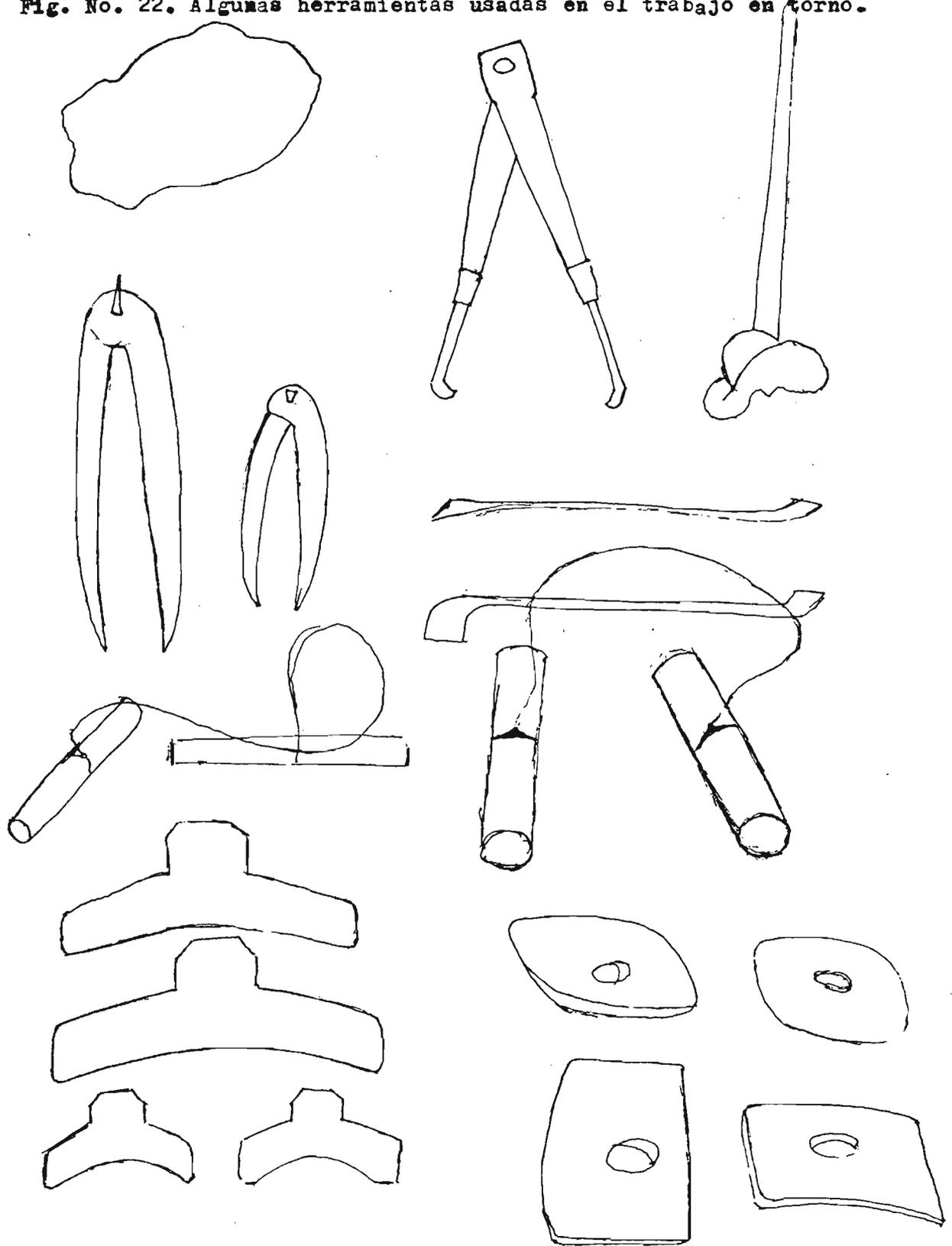
B. En torno:

Es el torno una de las primeras máquinas inventadas por el hombre, fue introducida en América en tiempos de la Conquista y su uso desde entonces ha sido ampliamente difundido.

En la actualidad se usan en la cerámica artesanal de muy diferentes tipos, aunque el principio de operación en todos es el mismo. [El torno consta de una rueda superior sobre la cual y haciéndola girar se modela la pieza.] Esta rueda es de piedra, madera o algún metal inoxidable. En el torno más primitivo (aun usado en algunas partes) la rueda se coloca sobre una piedra haciéndola girar el alfarero con una mano; de este modelo original se han hecho variaciones y así encontramos el torno de pie en el que mediante un eje se acoplan dos ruedas, lo cual se monta en verticalmente en una mesa de modo que el artesano imprima el movimiento en la rueda inferior mediante los pies teniendo las dos manos libres para usarlas en la formación de la pieza, por último - tenemos [el de diseño más reciente en que el movimiento se da por un motor eléctrico y la velocidad es controlada por un pedal variando entre límites que van desde unas 50 R.P.M. hasta 350 R.P.M.

La pasta a usarse para trabajo en el torno, debe ser de

Fig. No. 22. Algunas herramientas usadas en el trabajo en torno.



buena plasticidad y absorción de agua, sin que por ésto se produzca el relajamiento de la pieza. Las piezas que se efectúan en el torno tienen en su forma básica simetría con un eje vertical y circular en su sección aunque después pueden hacerse algunas variaciones a estas dos características.

Por su rapidez y características de las piezas es usado este método en la manufactura de bza doméstica, macetas, floreros y muchos de los recipientes de producción en la línea artesanal.]

La técnica usada para formar el cuerpo consta principalmente de:

a) Centrado: se coloca una bola de pasta bien amasada y sin bolsas de aire, arrojándose ésta al centro de la rueda, después se le presiona con las dos manos haciendo girar la rueda y guiándola hacia arriba con objeto de obtener una forma cilíndrica de la altura conveniente según el objeto que se va a formar.

b) Formación de la base: se hace un agujero en el centro de la pieza presionando con los dos pulgares hacia él abajo y los otros dedos se usan como guías en la parte exterior, se presiona hacia abajo hasta obtener el grueso deseado en el fondo, después se va jalando hacia el exterior para que de forma al interior, dependiendo del objeto que se proyecta hacer.

c) Levantamiento de la pieza: teniendo ya el cilindro del diámetro deseado se procede a aumentar su altura a una aproximada a la de la pieza terminada, para lo cual se comienza opriéndole la parte inferior de la pared entre el pulgar y los otros dedos y se va dirigiendo lentamente hacia arriba guiando el borde superior, por lo cual puede también obtenerse formas cónicas, luego con una mano en el interior de la pieza y con un dedo en el exterior, se adelgazan las paredes ejerciendo presión y elevando las manos, esta operación se ejecuta una o más veces hasta obtener el grosor requerido. En ocasiones en esta operación se ayuda por medio de un perfil.

d) Forma final: se da ésta partiendo de la forma cilíndrica, o cónica haciendo presión hacia afuera o hacia adentro con los

dedos o alguna otra parte de la mano, ayudándose con el uso de perfiles, por último se realizan los cuellos, bordes y vertederos.

e) Terminado: se recorta la parte exterior de la base - con el uso de un sacador, y después se pasa una esponja si se - quiere un acabado liso, con un alambre se despegan la base del objeto y la rueda, después cuando la pieza tiene la dureza del cuero puede volverse a pasar la esponja y se colocan las asas a algún - tipo de decoración. La Fig. de la página (59) muestra un esquema de los cortes seccionales de las diversas etapas aquí descritas.

Hemos tratado de dar por una idea general del método - sub-dividiéndolo en diferentes etapas, pero en muchos casos sólo es usado el torno en algunas de éstas; como por ejemplo en la - formación del cántaro de barro negro en Coyotepec en donde las 3 primeras etapas son llevadas a cabo sin ayuda de la rueda (que - en este caso son dos platos con el fondo redondeado colocados de manera que su parte exterior de una sirva como eje y la interior del otro como la parte superior del torno) y en la rueda es sólo efectuado la forma final, añadiéndose además el cuello que es modelado antes y ensamblado en la rueda. En otros casos se realiza la forma inicial en molde terminándose en el torno.

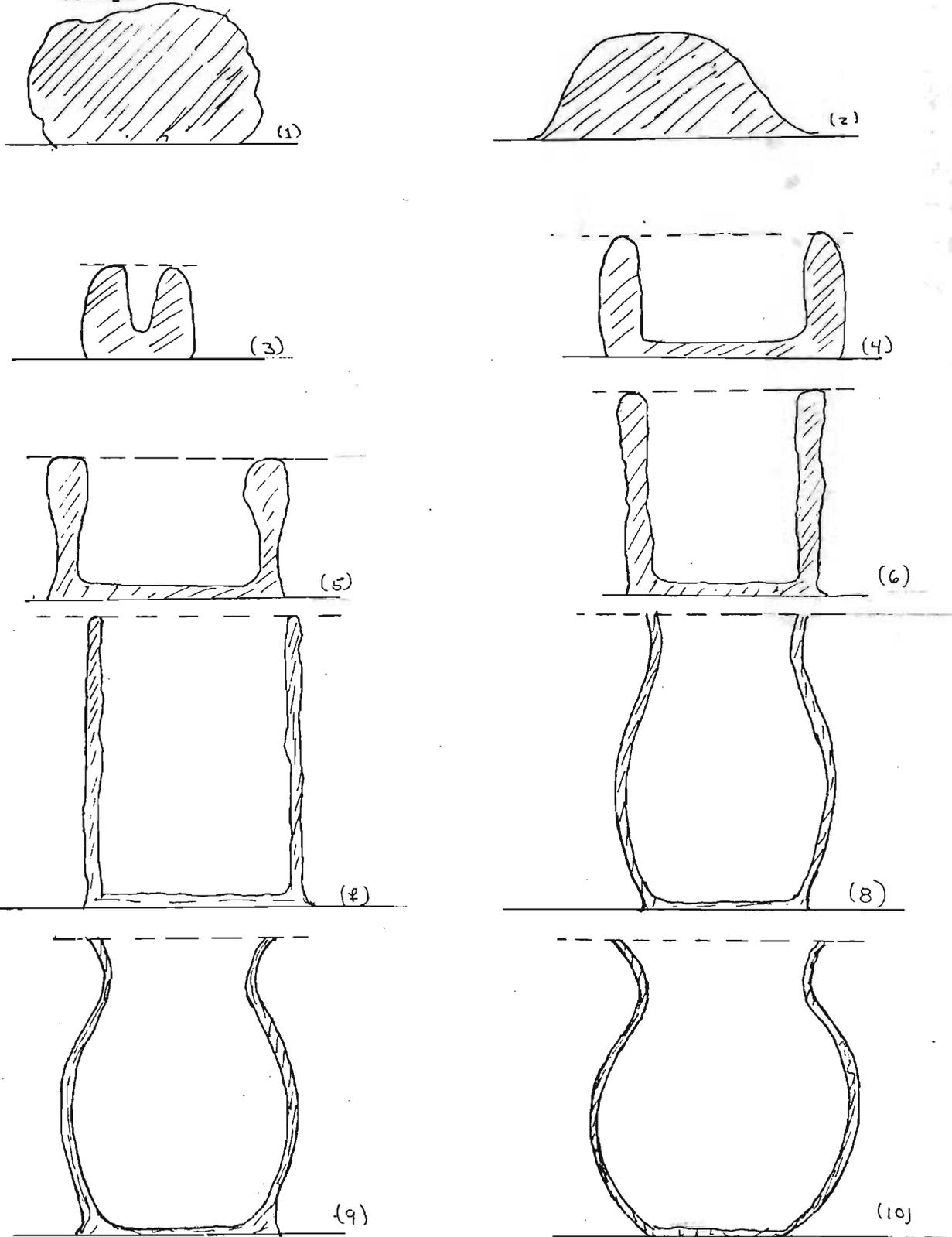
C. En Molde

1. Vaciado.

Existen dos tipos básicos, el vaciado por drenaje y el vaciado sólido.

En el vaciado por drenaje se llena el molde con la suspensión, dejándolo un determinado tiempo y luego se extrae el sobrante por medio de un drenaje o volteando el molde con lo que - sólo queda adherida al molde la capa de pasta ya seca, debido a que el molde actúa a manera de un papel secante, y así el grosor de la pared dependerá del tiempo que hay entre el vaciado y el - drenaje. En este proceso se deja en la boca del molde una altura mayor que la requerida en la pieza para evitar problemas por el encogimiento de la pieza, y el sobrante debe ser removido cuando la pieza ha adquirido la dureza del cuero, pues si se hace dema-

Cortes seccionales de las etapas en la formación del cuerpo en el torno .



siado tarde se agrietaría y deformaría. Por último hay que quitar el molde de la pieza lo que se hará cuando la pasta se ha endurecido y se ha separado ya del molde por el encogimiento en el secado, si la pasta se pega al molde puede ser que no se le dió el suficiente tiempo o que el desfloculante no es el suficiente o el adecuaado.

Por lo general el artesano termina la pieza fuera del molde ya sea a mano o en el torno quitando los sobrantes, alisando, terminando los detalles y agregando las partes que no han sido vaciadas en el mismo molde.

Es muy usado este procedimiento introducido por los españoles pues pueden hacerse un número mayor de piezas en menor tiempo aunque si el artesano no cuida los aspectos estéticos puede caer dentro de un margen en que el objeto pierde su sabor artesanal y no alcanza la calidad técnica de los producidos por las grandes empresas.

2. En molde a presión

Cualquier pasta adecuada para su uso en el torno, si la pieza es pequeña, dará buen resultado, si la pieza es mayor conviene usar pastas con encogimiento menor como las pastas con chamota.

En este método la pasta plástica se presiona contra las paredes del molde para lo cual si la pieza no es muy grande se amasa la pasta en forma de tortilla de manera que abarque todo el molde si es posible, con lo que se eliminan las uniones, si la pieza es mayor, se toman varias porciones de pasta que van presionándose contra el molde, poniendo cuidado especial en las uniones. Es difícil por este método obtener detalles en las piezas, por lo que éstos se hacen posteriormente en el acabado, del que hablaremos posteriormente.

Moldes

El yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) es el material más usado en la fabricación de moldes ya que acepta una cuidadosa impresión, es lo suficientemente duro y fuerte cuando fragua y poroso para

absorber el agua. Algunas veces los moldes se hacen de arcilla - porosa.

Existen varios tipos de yeso que varían en tiempo de fraguado, dureza y expansión en el fraguado, existiendo en el mercado nacional variedades especiales para este uso.

Como primer paso se obtiene el modelo el cual puede ser de cualquier material como: plástico, hule, yeso, arcilla, metal o madera, cuidando evitar los cortes sesgados ya que la pieza de arcilla al secarse se contraerá y deberá quedar en libertad para moverse y asegurarse de que no se agriete a causa de los esfuerzos; si el material del modelo debe conservar su forma durante el fraguado, no absorber el agua del yeso (para lo cual se puede dar al modelo una capa de algún material como: barniz, cera, etc.) y que no se adhiera al yeso por eso cuando el modelo se hace de dicho material, se le da a éste una capa de algún separador como - puede ser una solución de jabón y agua, este mismo procedimiento es usado cuando al vaciar un molde de varias piezas se desea un buen acoplamiento sin que las partes se adhieran.

Los moldes para vaciado se hacen de una, dos o más piezas, las cuales se unen antes del vaciado y puede ser vaciada toda la pieza en un solo molde o si es más complicada tener moldes para diferentes partes de la pieza que luego fuera del molde se les unirá para formar la pieza.

En los moldes por presión si el tamaño o tipo de la pieza lo permite se hacen de una parte o de más, pero tienen el suficiente espacio para que quepa la mano y las herramientas, se unen antes de presionar la pasta, si éste no es el caso se presiona la pasta en cada una de las partes y después se unen haciendo desaparecer la junta de la pasta.

Por último la pieza final modelada es más pequeña que el modelo por la contracción de la arcilla en el secado y en la cocción, por lo tanto si el tamaño final es de importancia, el modelo deberá ser proporcionalmente mayor, dependiendo de la contracción de la arcilla, la cual puede ser determinada fácilmente, si no es conocida.

D. Acabado de las piezas

Después de haberle dado la forma básica al cuerpo es necesario el acabado afinando detalles, quitando los sobrantes, eliminando algunos de los defectos, etc.

En piezas hechas al molde hay que eliminar las rebabas y juntas, operación que se hace cuando la pieza ha adquirido la -dureza del cuero, ayudándose de instrumentos cortantes como una -espatula o un cuchillo.

El torno se usa para hacer acabados de piezas hechas en molde y de formas simétricas, así como de piezas realizadas en la rueda; se usa con el objeto de recortar rebabas, disminuir y uni -formizar el grosor de la pieza o dar ciertos efectos de textura. Se usa también la rueda con el mismo objeto.

Otro tipo de acabado es el bruñido que hace la superficie de la pieza más lustrosa. Esta operación se lleva a cabo también cuando el objeto tiene la dureza del cuero, ayudándose con un objeto plano que puede ser de metal o un pedazo de arcilla o cuarzo con el que se pule la superficie. Se explica que las partes pulidas tengan una superficie más lustrosa ya que la operación hace que las partículas de la superficie se ordenen de una manera simétrica. Este ordenamiento permanece durante el secado y la quema a bajas temperaturas, y con temperaturas más altas aun cuando se pierden algunas características persiste una textura diferente a piezas o partes no pulidas por lo que es muy usada esta técnica en decoración.

En piezas hechas en moldes se hace casi siempre necesario uniformizar la textura para lo cual se ayuda de una esponja húmeda que se pasa por toda la pieza lo que quita los salientes y rellena los huecos, en ocasiones se realiza una operación similar después del secado usando papel de lija.

Fig. No. 24.

Algunas herramientas usadas en el trabajo manual.

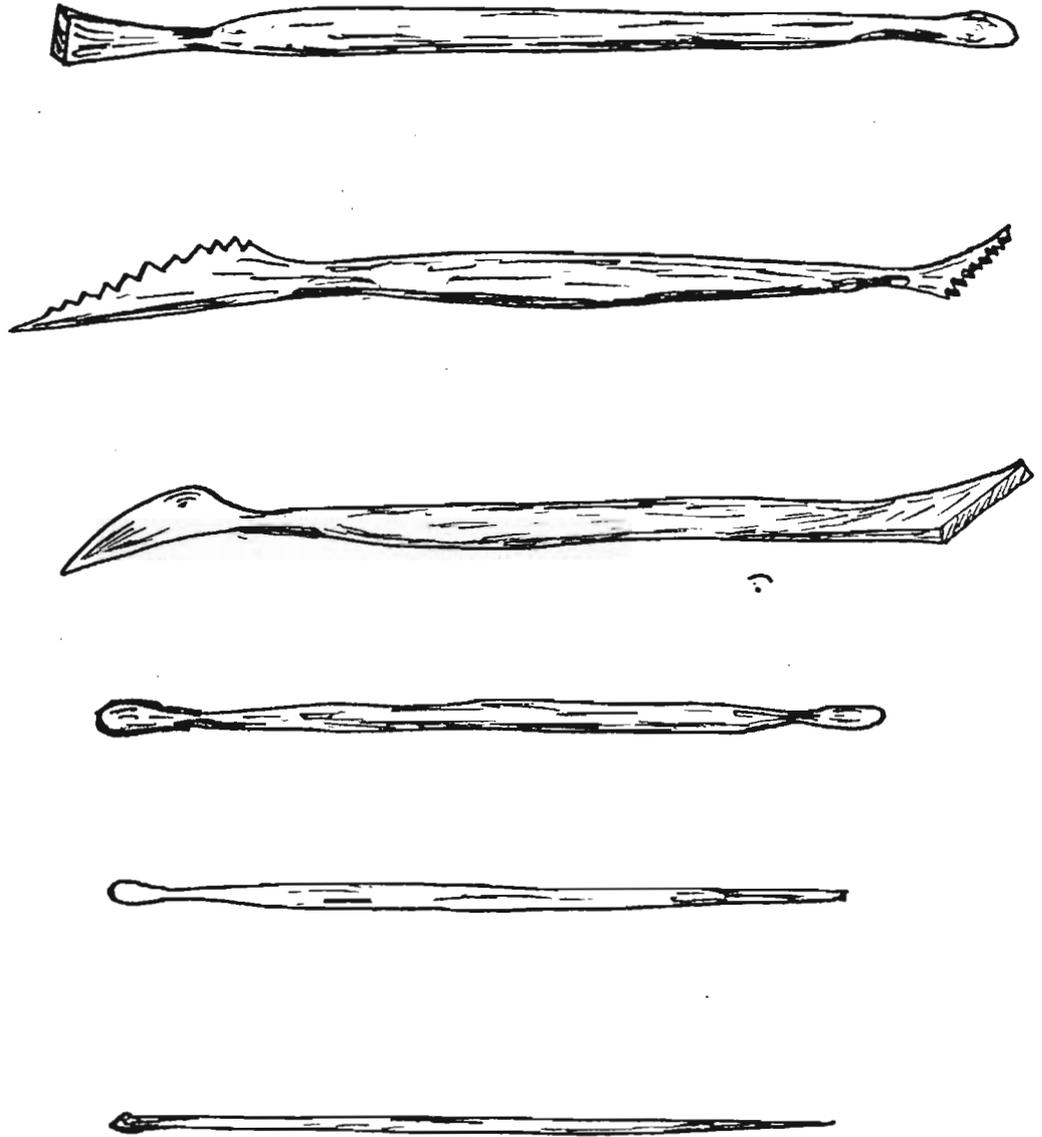
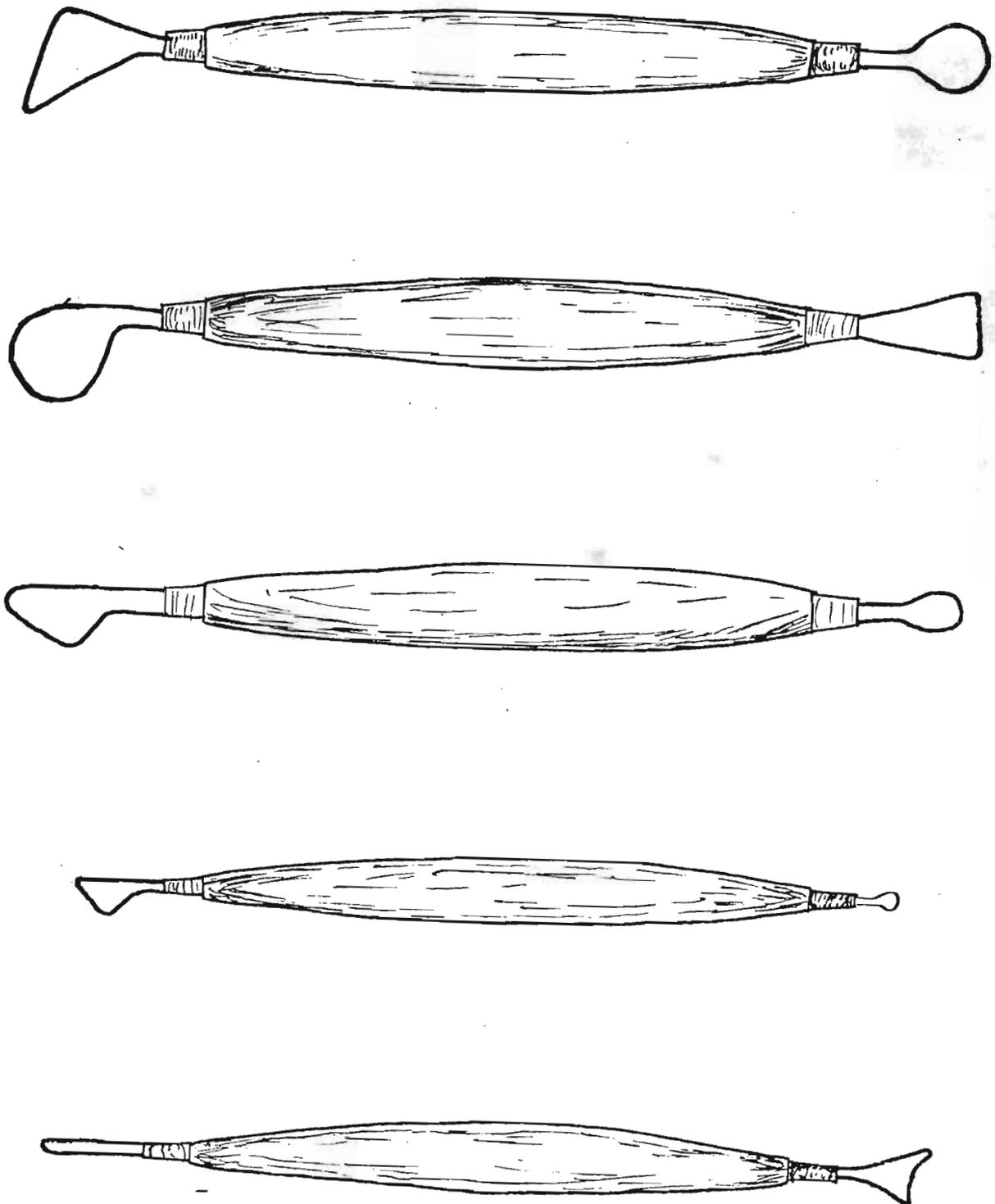


Fig. No. 25.

Algunas herramientas usadas en el trabajo manual.





VIII-secado

VIII. SECADO

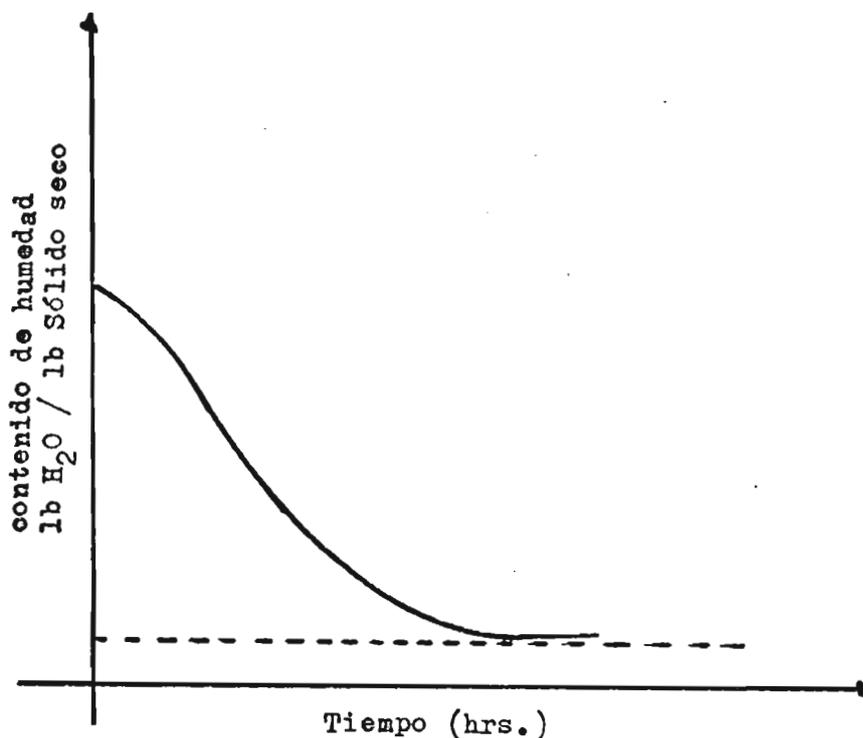
En esta operación del proceso se elimina el agua no combinada químicamente. Consiste en la transferencia del agua de la pasta al aire no saturado. Así en este proceso encontramos dos mecanismos principales que se llevan a cabo ésto es la transferencia del agua a la superficie del sólido y de la superficie a el aire.

En el estudio del secado podemos decir que hay sólidos porosos y no porosos y que éstos pueden ser higroscópicos y no higroscópicos.

Podemos representar el proceso del secado según las siguientes gráficas:

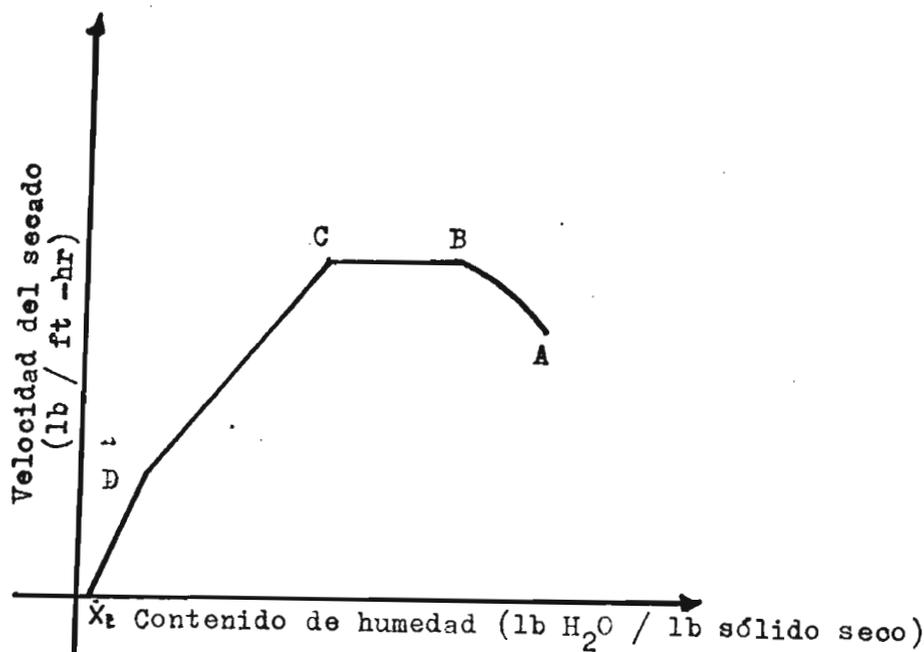
Fig. No. 26.

Curva típica de secado para condiciones constantes.



Ref. A.S. Foust. Principios de operaciones Unitarias. C.E.C.S.A., México D.F. 1969, p. 410.

Curva típica para la velocidad de secado como una función del contenido de humedad.



Ref. A.S. Foust. Principios de Operaciones Unitarias. C.E.C.S.A., México, D.F. 1969, p. 411.

Estas gráficas están relacionadas con el mecanismo que tiene lugar en el proceso.

El período AB es el de la parte que tarda la temperatura en llegar a un estado estable, en el periodo BC la superficie del sólido está saturada con lo que si no varían las condiciones del aire la velocidad de secado será constante y su valor dependerá de las condiciones del aire y la temperatura en la superficie es igual a la temperatura de bulbo húmedo del aire. El régimen a velocidad constante continúa con el agua que llega del interior del sólido y aquí el mecanismo de transferencia y la velocidad varían según sea el tipo de sólido, así en sólidos granulares o con una amplia estructura granular, son la gravedad y capilaridad los que controlan y en sólidos relativamente homogéneos como coloides gel, productos orgánicos fibrosos y tortas porosas el movimiento se hace principalmente por difusión.

Puesto que las velocidades de difusión son mucho más lentas que las obtenidas por capilaridad y gravedad, cuando es la difusión el mecanismo controlante el período de velocidad constan

te es muy corto o no existe. El periodo CD es el primer periodo decreciente en el que la velocidad de evaporación en la superficie es mayor que la velocidad de transferencia dentro del sólido. Después del punto D se inicia el segundo período de velocidad decreciente y toda la evaporación tiene lugar procedente del interior del sólido. El potencial de concentración va disminuyendo hasta que se alcanza la humedad en equilibrio.

Así podemos decir que el secado se ve afectado por:

- a) Variedades de las fases
- b) Forma y tamaño del material
- c) Humedad de equilibrio
- d) Mecanismo de transmisión de humedad a través del sólido.
- e) Mecanismo usado para dar el calor de vaporización.

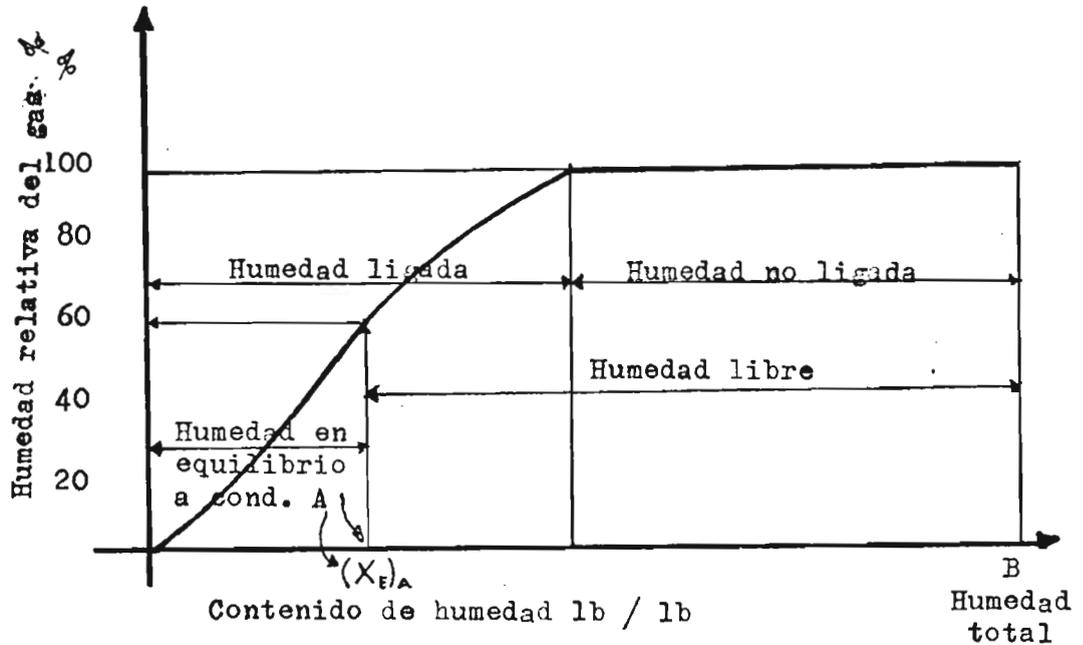
Al punto C de las gráficas se le llama humedad crítica, esto es la humedad del sólido a la cual la velocidad deja de ser constante y comienza a disminuir, en este punto el movimiento del líquido se hace insuficiente para reemplazar el líquido que está siendo evaporado. Este punto depende de la estructura del sólido, de su espesor y de la proporción de secado, desde este punto las condiciones en el aire dejan de ser los controlantes.

En el primer período cuando la velocidad de secado es constante el fenómeno que controla es la evaporación del agua en la superficie por lo que se le puede considerar como un equilibrio agua-aire es decir, es un proceso de humidificación. Después de este período en realidad corto para los cuerpos cerámicos el fenómeno que dominará será la transferencia de agua a la superficie, siendo la fuerza directora la humedad libre en el sólido.

La gráfica siguiente nos representa los diferentes tipos de humedad implicados en el secado de sólidos.

Fig. No. 28.

Tipos de humedad implicados en el secado de los sólidos.



Ref. A.S. Foust. Principios de Operaciones Unitarias. C.E.C.S.A., México, D.F. 1969, p.418.

La humedad en equilibrio se alcanza cuando la presión de vapor sobre el sólido iguala a la presión parcial del vapor (H_2O) en el gas y después de este punto sólo variando las condiciones en el gas podemos disminuir el contenido de humedad en el sólido.

El estudio de gráficas de velocidad de secado y de la distribución de humedad nos hará comprender mejor el mecanismo y llegar a conclusiones prácticas. Se presentan a continuación diferentes gráficas las cuales se irán explicando:

Fig. No. 29.

Curva para lámina de arcilla no porosa.

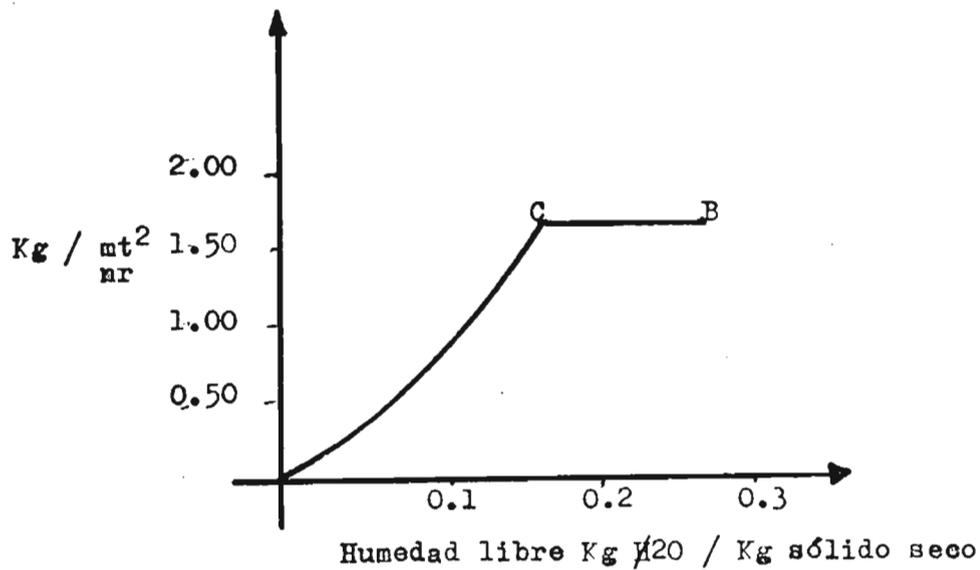
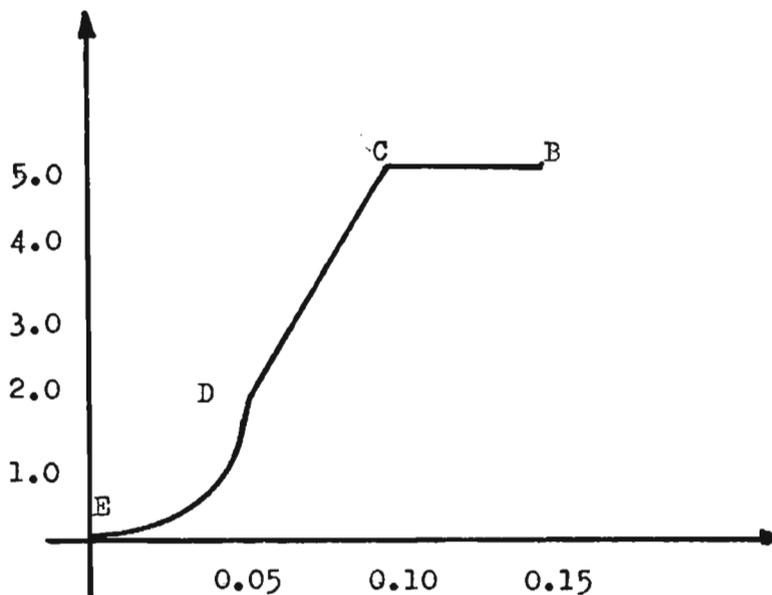


Fig. No. 30.

Curva para placas de arcilla con poro pequeño.



Hemos mencionado que en los sólidos porosos, el agua se encuentra en los intersticios entre partículas o bien en poros abiertos superficiales y en éstos el movimiento se verifica como acción mutua de fuerzas capilares, debidas a la gravitación y tensión superficial. El período de velocidad constante continúa hasta contenidos relativamente bajos de humedad. Aunque el período de velocidad decreciente se divide en dos regiones (CD y DE) se aproxima generalmente a una línea recta sobre la base de proporción contra contenido de humedad y el contenido de humedad en equilibrio es cercano a cero.

Los no porosos entre las que encontramos los coloides retienen la humedad como una parte integral de la estructura del sólido o la retienen atrapada en el interior de las fibras, poros pequeños y vasos, en estas substancias el proceso es más lento y tiene lugar probablemente por difusión del líquido a través de la estructura del sólido, como resultado de esto, las curvas de secado muestran períodos muy cortos de velocidad constante finalizando en valores altos de contenido crítico de humedad por las mismas razones el primer periodo de velocidad decreciente está muy reducido y la mayor parte del proceso de secado está controlada por la difusión del líquido a través del sólido. El secado completo tiene lugar en el segundo período de velocidad decreciente. El contenido de humedad en equilibrio es generalmente alto indicando que hay una cantidad sustancial de agua retenida tan íntimamente dentro de la estructura del sólido que su presión de vapor está reducida en forma significativa. Las capas superficiales - tienden a secarse más rápidamente, si la velocidad de secado es alta puede ocasionar diferencias en el contenido de humedad de la muestra que ocasionan problemas de los que hablaremos más tarde.

Para Sólidos:

Así en sólidos como en los coloides y las tortas porosas, la humedad se mueve probablemente en función de una difusión molecular y se expresa mediante la ecuación de Fick:

$$\frac{\partial C_A}{\partial \theta} = D \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2}$$

O = Tiempo
 C_A = Concentración
 X = Distancia
 D = Coef. de difusión

En ésta se establece que el cambio de concentración con respecto al tiempo es directamente proporcional al cambio del gradiente de concentración con respecto a la posición.

Para tres dimensiones será:

$$\frac{\partial C_A}{\partial \theta} = D \nabla^2 C_A = \left[\frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial z^2} \right]$$

Expresando la ecuación de Fick para una dimensión en tér_{mi}nos de humedad tenemos:

$$\frac{\partial \bar{X}'}{\partial \theta} = D_L^* \frac{\partial^2 \bar{X}'}{\partial x^2}$$

D_L^{*} = Coef. para dif. de la fase líquida explicable para el movimiente en la fase sólida.

\bar{X}' = Contenido de humedad en el tiempo

X = Distancia

La solución de esta ecuación requiere que sean seleccionadas las condiciones en la frontera y que estén especificadas - las características de D_L.

D_L no es constante la mayoría de las veces y el contenido de humedad crítica y la distribución de humedad son pocas veces uniformes habiéndose encontrado que para la arcilla la distribución es casi parabólica, dándose soluciones para la ecuación de Fick en estas condiciones:

Velocidad de secado

Se define como

$$R = \left[\frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{ft}^2 \text{ hr}} \right]$$

$$R = - \frac{W_s}{A} \cdot \frac{\partial \bar{X}'}{\partial \theta}$$

W_s - Area de superficie pulida.

X - $\frac{\text{Peso líquido}}{\text{Peso sólido seco}}$

La solución de esta ecuación requiere de un modelo al que se ajuste la velocidad.

Para el cálculo del tiempo de secado en sólidos en que la difusión controla el proceso no se dispone de un método satisfactorio ya que la velocidad instantánea no es función del contenido medio de humedad del sólido y el método más usual es para este cálculo el de experimental.

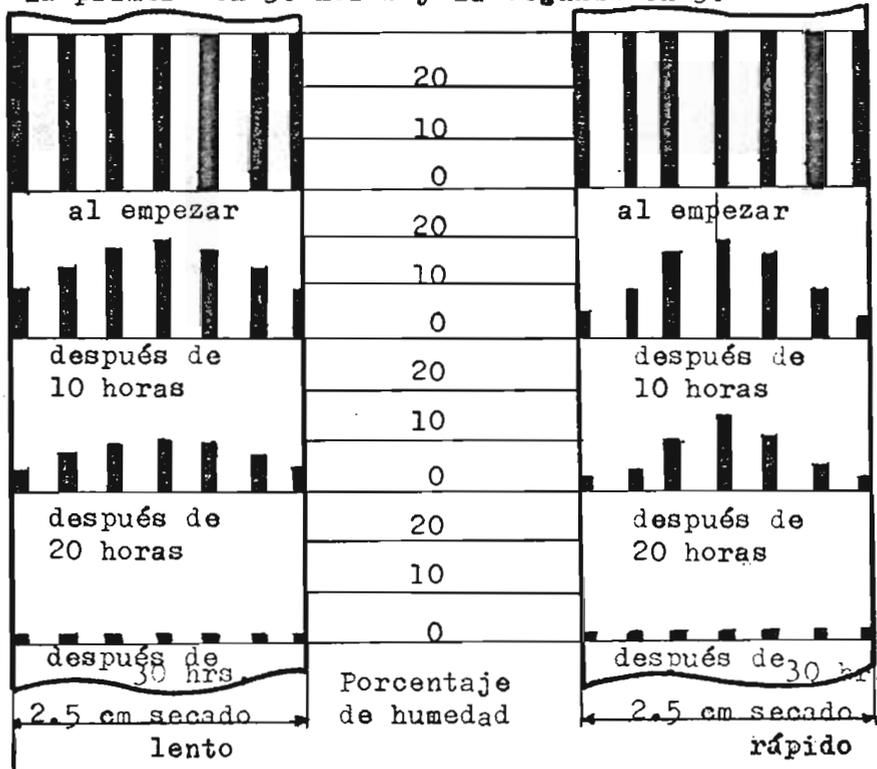
Por último, cuando se retira la humedad de un sólido coloidial no poroso el material se contrae lo que puede ocasionar deformaciones, agrietamientos y alabeos ya que son las capas exte-riores las que primero pierden humedad, además puesto que la difusividad depende de la concentración de humedad y disminuye con ella y la resistencia a la difusión en las capas externas aumenta con la deshidratación, esto acentúa el efecto de contracción impidiendo el flujo de humedad hacia la superficie y aumentando así el gradiente cerca de la misma.

En casos extremos, la contracción y la caída de difusividad pueden combinarse para formar una costra prácticamente imper-meable que impide la salida de humedad al exterior, a este fenómeno se le denomina endurecimiento.

La siguiente figura representa la distribución de hume-dad en dos placas de arcilla del mismo espesor que han sido seca-das la primera en 30 horas y la segunda en 3 horas.

Fig. No. 31.

Comparación en el secado en dos placas de arcilla, la primera en 30 horas y la segunda en 3.



Ref. F.H. Norton, Cerámica para el Artista Alfarero. C.E.C.S.A. México, D.F., 1975. p. 415.

Notamos aquí que en el secado rápido son las diferencias de humedad en la pieza marcada, ocasionando los problemas mencionados.

Así en el secado:

Reduciendo la velocidad de secado y suavizando los gradientes de concentración en el sólido se puede disminuir el agrietamiento, rotura, desintegración y endurecimiento de esta forma - se reduce la contracción de la superficie, la difusividad a través del sólido es aproximadamente constante, el gradiente de humedad en la superficie disminuye y en toda la pieza está controlada de la contracción.

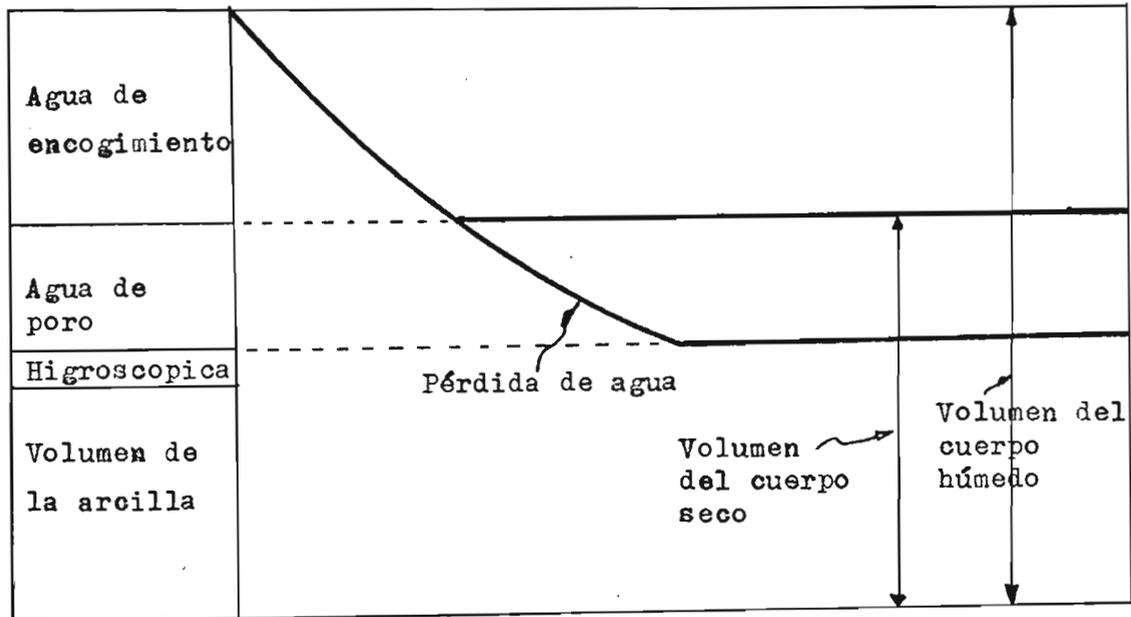
La velocidad de secado en el primer período -el de encojimiento- depende de tres factores:

1. La temperatura del aire.
2. El contenido de humedad del aire.
3. La velocidad del aire.

Para un secado rápido, el aire debe ser caliente, seco y moverse rápidamente y para uno lento estas circunstancias deben ser contrarias.

Fig. No. 32.

Etapas en el secado de un cuerpo cerámico.



Ref. Ceramic Data Book. Brick and Clay Record. Chicago Ill. 1965. p.249

En la figura No. 32 vemos las etapas de secado de un cuerpo cerámico, siendo primer período, el de encogimiento, llamándose así al agua evaporada y es en éste donde la velocidad está controlada por las condiciones del aire, y cuando cesa el encogimiento, se obtiene la dureza del cuerpo. En el siguiente período, el agua llamada de poro, que es el remanente entre la humedad libre y el agua de encogimiento después se evapora el agua higroscópica que es el agua que sólo puede ser removida por elevación de la temperatura y casi el total de ésta se pierde a unos 125°C. y una parte pequeña de los 125°C. a 350°C. Por último el agua química, que es la que forma parte de las moléculas de los materiales es removida entre los 500 y 900°C.

El encogimiento se controla con materiales no plásticos; la figura No. 33 nos dará una idea de la acción de estas sustancias, generalmente cuarzo, arena o cascajo.

Fig. No. 33.

Acción en el secado de los materiales no plásticos. (1)



Los valores del encogimiento varían según el tipo de arcilla. La Tabla no. 4 nos da valores de éste según el tipo de arcilla. Los porcentajes de encogimiento están dados tomando como base la longitud plástica.

Tabla No. 4 Valores de encogimiento de secado en base a la longitud (1) plástica.

ARCILLA O PASTA	PORCENTAJE ENCOGIMIENTO LINEAL DE SECADO
Caolín residual (lavado)	2 - 5
Caolín sedimentario	5 - 7
Caolín plástico (lavado)	6 - 8
Ball clay de grano fino	6 - 11
Ball clay de grano áspero	6 - 8
Arcilla compacta	5 - 6
Arcilla glacial de ladrillo	3 - 7
Pasta para artículos blancos	3 - 5
Pasta porcelana alta quema	3 - 5
Pasta terracota	1 - 3

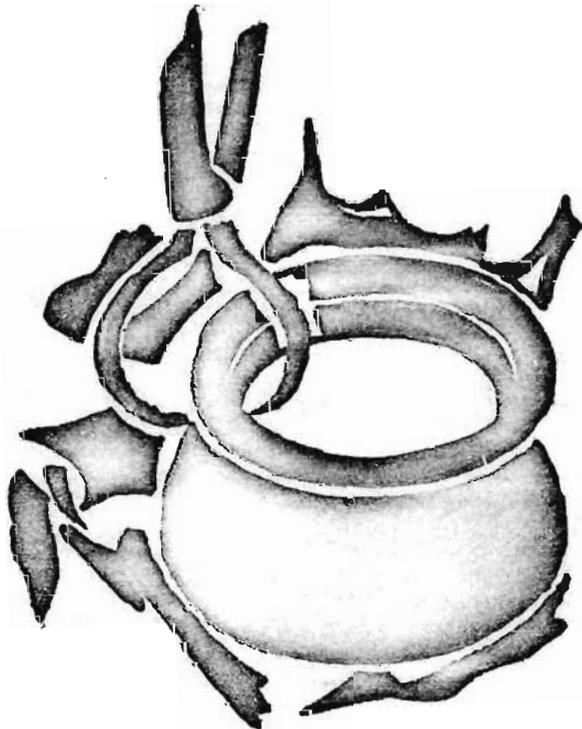
En general el artesano no controla las condiciones del aire y seca sus piezas en el medio ambiente; en el medio rural

(1) F.H. Norton, Cerámica para el Artista Alfarero. C.E.C.S.A. México, D.F., 1975. p.p. 417 y 418.

no se presentan problemas, pues en la mayoría de los casos las pastas usadas son porosas y de grano grueso, en caso de agrietado, se aumenta el contenido de arena o chamota, las pequeñas deformaciones no lo afectan pues sus piezas tienen un amplio margen de tamaño.

El secado se hace dejando las piezas en la sombra, alejadas de las corrientes de viento durante ocho días, al menos cuando el clima es seco, como en invierno. En Oaxaca después las dejan en lugares más secos con viento e incluso al sol, este período varía según el tipo de pieza y es la experiencia la que le dice al alfarero cuando puede proceder a la quema, aunque aun así se pierden muchas piezas durante el quemado, debido a que los esfuerzos no se controlaron mediante un secado disparejo o la pieza no secó bien.

En las ciudades, en alfarerías más organizadas y principalmente las que trabajan stoneware y objetos de determinadas características se procura secar los objetos en lugares húmedos, no muy calientes, durante unos días, luego se colocan en sitios secos con lo que se logra un buen secado. Otros tapan sus piezas, con lo cual se impide la circulación del aire durante los primeros días, luego las van destapando poco a poco. En cierto tipo de objetos - como: jarras, jarrones o cántaros, se cubren las bocas, los bordes y las asas para retardar su secado, ya que por su espesor o tamaño tienden a secar más rápido, produciendo tensiones en las piezas.



IX- quemado

IX COCHURA

Es en este paso del proceso donde el material adquiere las características de dureza, durabilidad, resistencia, estabilidad química, etc.

El arte de quemar la arcilla consiste en dar suficiente dureza mediante la fusión de algunos componentes del material para los usos y manejos necesarios, pero cuidando de no llegar a fundir el cuerpo o a deformarlo; y este tratamiento deseado de calor-tiempo es llamado maduración.

Una pieza bien quemada debiera ser dura, resistente a la compresión, densa e impermeable a los líquidos, resistente a la abrasión, químicamente inerte e insoluble y además tener el color, forma y textura deseados, lo que se logra mediante el riguroso control de cada etapa del proceso.

A. Proceso

Para la comprensión del proceso es necesario primero estudiar los cambios que sufren los materiales solos por la acción del calor para luego considerar cuando interactúan en un cuerpo cerámico.

1. Caolinita:

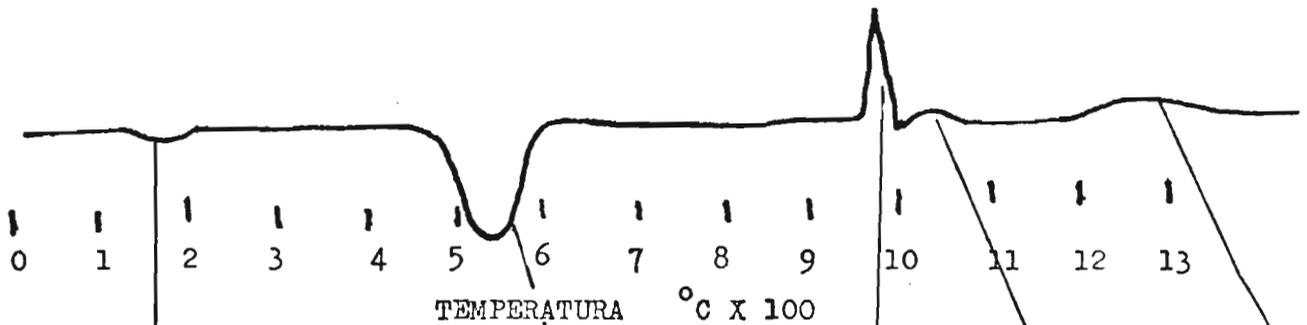
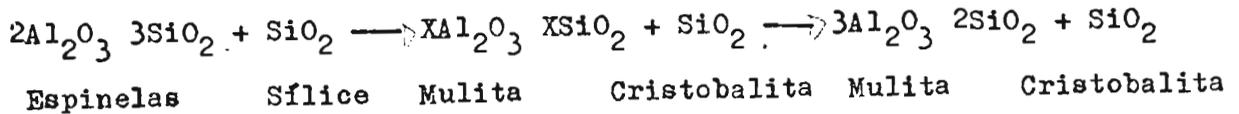
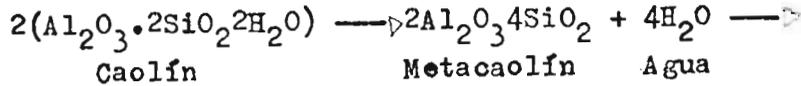
100 - 200°C	El agua libre es removida completándose el <u>seca</u> do.
450 - 600°C	Se elimina el agua química formándose una estructura no cristalina conocida como metacaolín. Esto ocasiona algún encogimiento.
980°C	A esta temperatura las formas de metacaolín se condensan para formar un nuevo tipo de estructura llamada espinela; esta tiene la composición aproximada $2Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$ en donde una <u>molé</u> cula de sílice ha sido expulsada.
1050 - 1100°C	La estructura anterior se transforma en mulita con expulsión de SiO_2 como cristobalita
	Mulita ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)
1200 - 1400°C	Continúa el desarrollo de mulita y cristobalita.

La figura siguiente corresponde a un análisis térmico de la caolinita.

Fig. No. 34

Curva obtenida del análisis térmico diferencial para la caolinita

Reacción:



El agua absorbida en la superficie de las partículas de caolinita es removida. Es la llamada agua libre. El tamaño del pico depende del tamaño de partícula y el tratamiento previo.

Deshidratación de la caolinita con pérdida de los iones OH en la estructura, $\text{OH}^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}^-$. El metacaolín es formado. Las propiedades cristalinas y plásticas son perdidas. Hay una contracción. Es una reacción reversible.

Las capas de metacaolín se condensan para formar las espinelas con eyección de SiO_2 .

Transformación a mulita.

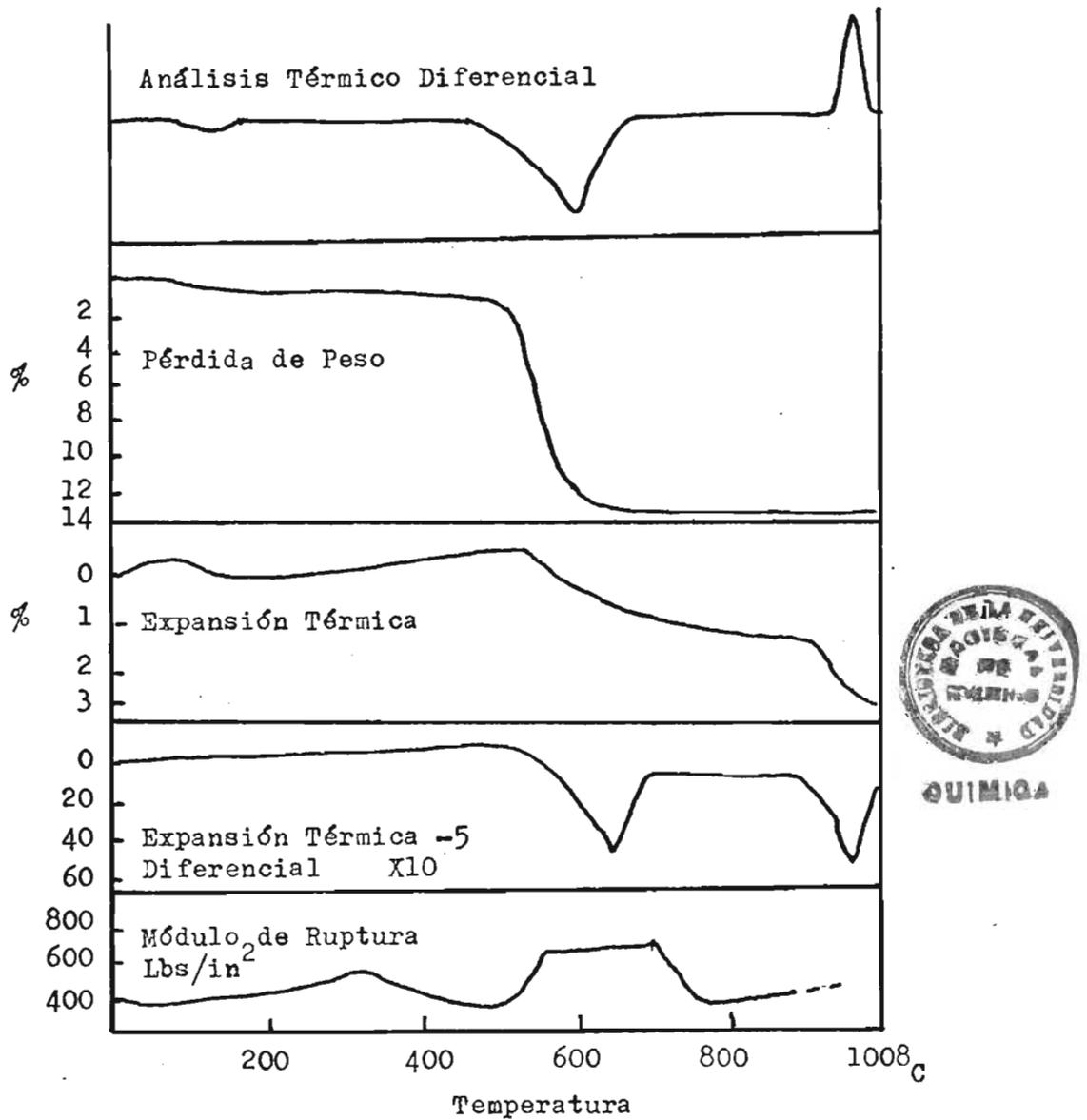
Desarrollo de mulita cristobalita

Ref. W.G. Lawrence, Ceramic Science for the potter. Chilton Book, Co., New York, 1972, p. 57.

La influencia de estos cambios en las propiedades físicas es mostrada en la siguiente gráfica.

Fig. No. 35

Influencia de los cambios internos de la caolinita en las propiedades físicas.



2. Sílice:

Hay cuatro formas de este mineral: cuarzo, cristobalita, tridimita y vidrio.

En general se añade a los cuerpos cerámicos en la forma de cuarzo en un tamaño de partícula de 40 micras (325 mallas).

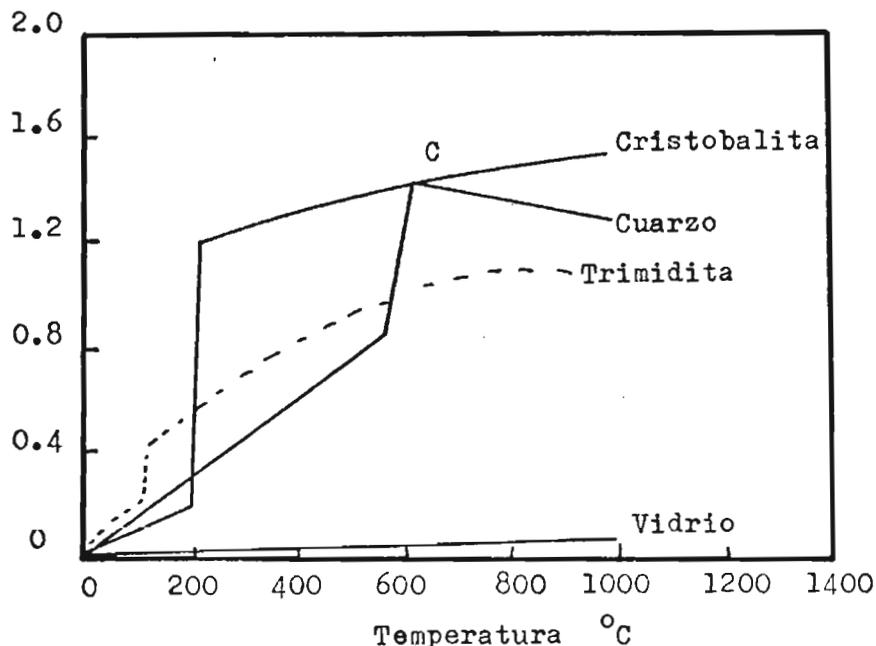
El cuarzo cuando es calentado de la temperatura ambiente a la temperatura de 573°C cambia de una forma cristalina -- (α -cuarzo) a otra (β -cuarzo) con una disminución de densidad -- (2.65 gr/cm^3 a 2.63 gr/cm^3) lo que ocasiona una expansión en las piezas. Debido a que en este cambio no son rotos enlaces entre los átomos sino sólo varía la orientación de las moléculas -- este cambio, llamado inversión es reversible en el enfriamiento.

A los 1200°C una parte del β -cuarzo puede cambiar a cristobalita. Este cambio no es reversible y es lento.

Las curvas de expansión del sílice son importantes ya que influirán en la velocidad que el cuerpo puede ser calentado o enfriado sin que se produzcan roturas en las piezas.

Fig. No. 36

Curvas de expansión para varias formas de sílice

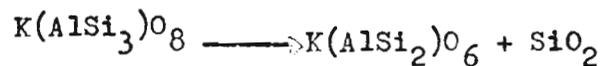


Es importante hacer la diferencia entre el sílice añadido al cuerpo y el expulsado en los cambios de la caolinita ya que la expulsada es extremadamente pequeña y reacciona rápidamente con los otros materiales y siendo mas soluble juega un papel importante en la formación del vidrio.

3. Feldespatos:

En cuerpos cerámicos son usados los feldespatos ortoclase $K(AlSi_3)O_8$ y los albite $Na(AlSi_3)O_8$ además de un mineral llamado nefelina - sienite (50% albite, 25% ortoclase, 25% nefelina $Na_2(Al_2Si_2)O_8$).

Cuando el $K(AlSi_3)O_8$ es calentado no se funde rápida ni completamente. A $1150^{\circ}C$ un vidrio de alta viscosidad es formado - y el feldespato reacciona formando lucita y expulsando una molécula de sílice:



La lucita no se funde totalmente hasta los $1520^{\circ}C$.

La albite funde completamente a $1118^{\circ}C$ resultando un vidrio de más baja viscosidad que los feldespatos del tipo ortoclase.

Otra diferencia entre los dos tipos son los gases producidos durante el proceso los que se cree son debidos a las impurezas en el mineral.

Los feldespatos de sodio generan pequeñas burbujas y - los de potasio menor cantidad, pero de mayor tamaño. Como la viscosidad es alta las burbujas no escapan, efecto que es importante en la traslucidez de las piezas. Así el de potasio causa una mayor traslucidez que el de sodio.

4. Cuerpos cerámicos

4.1 Reacciones:

Las reacciones químicas en los cuerpos cerámicos durante el quemado son mejor estudiadas examinando su microestructura. Técnicas usadas:

a) Microscopio óptico

- b) Expansión térmica.
- c) Análisis térmico diferencial
- d) Microscopio electrónico

Los principales constituyentes; de arcilla, feldespatos y cuarzo, a bajas temperaturas sufren los cambios correspondientes a estos materiales (individualmente). La primera interacción entre los constituyentes ocurre cuando los feldespatos comienzan a fundir entre los 1010 a 1100°C. Esto entonces disuelve una apreciable cantidad del cuarzo y la cristobalita desarrollada como resultado del rompimiento de las redes de caolinita. Simultáneamente con esta solución son formados pequeños cristales de mulita, formación que es acelerada por óxidos alcalis.

Si estas reacciones son detenidas de 1100 a 1150°C la fase líquida es muy pequeña en cantidad y muy viscosa para llenar todos los poros, sin embargo hace pegar los cristales de sílice formando un cuerpo rígido. El tipo de alfarería así formada es llamada "earthenware" o barro (estrictamente hablando feldespática o tipo inglesa).

Si la reacción es seguida a 1200 1250°C la fase líquida formada penetra prácticamente en todos los intersticios entre las partículas obteniéndose un cuerpo denso. Esta es la llamada porcelana china (chinaware) el principal tipo de porcelana en los EE UU.

Cuando la temperatura es llevada a 1280°C cristales de mulita en forma de agujas son formados (estos son más grandes - que los formados antes). El crecimiento de estos cristales causa que la fase vítrea comience a ser menos viscosa y esta fase más activa disuelve todos los cristales de sílice hasta que estos desaparecen siendo sólo visibles al microscopio óptico los de mulita. Es el tipo de estructura de la llamada porcelana dura.

En resumen los cambios serían:

- 100 - 200°C Terminación del secado con la eliminación del agua libre.
- 450 - 600°C Eliminación del agua químicamente combinada.

- Cambios a metacaolín con pequeña contracción e incremento en porosidad. Los porcentajes de los constituyentes varían debido a la pérdida de agua de la caolinita.
- 573°C Inversión del cuarzo. Ocasiona pequeña expansión (En cuerpos con 30% de cuarzo) la cual es compensada con la contracción ocasionada por la eliminación de agua.
- 300 - 700°C Período de oxidación en donde las impurezas son eliminadas. La atmósfera debe ser fuertemente oxidante para impedir los depósitos de carbono.
- 980°C El Metacaolín cambia a espinela con expulsión de SiO_2 .
- 1050 - 1100°C Las espinelas cambian a mulita feldespatos funden apareciendo la fase vítrea.
- 1200°C El feldespato ha fundido. La porosidad decrece rápidamente hasta llegar al mínimo de 4 ó 5% en cuerpos de loza blanca dado por los poros cerrados.
- 1100 - 1250°C Algo del cuarzo cambia a cristobalita. La presencia de otros fundentes diferentes a los feldespatos promueven este cambio. Así la mayoría de cuerpos quemados arriba de 1250°C tendrán formación de cristobalita, lo cual es de tomarse en cuenta en el enfriamiento ya que a 200°C tiene lugar la inversión que ocasiona una contracción.
- Arriba de 1200°C Los cristales de mulita crecen. La porosidad se incrementa por los gases atrapados en poros cerrados.

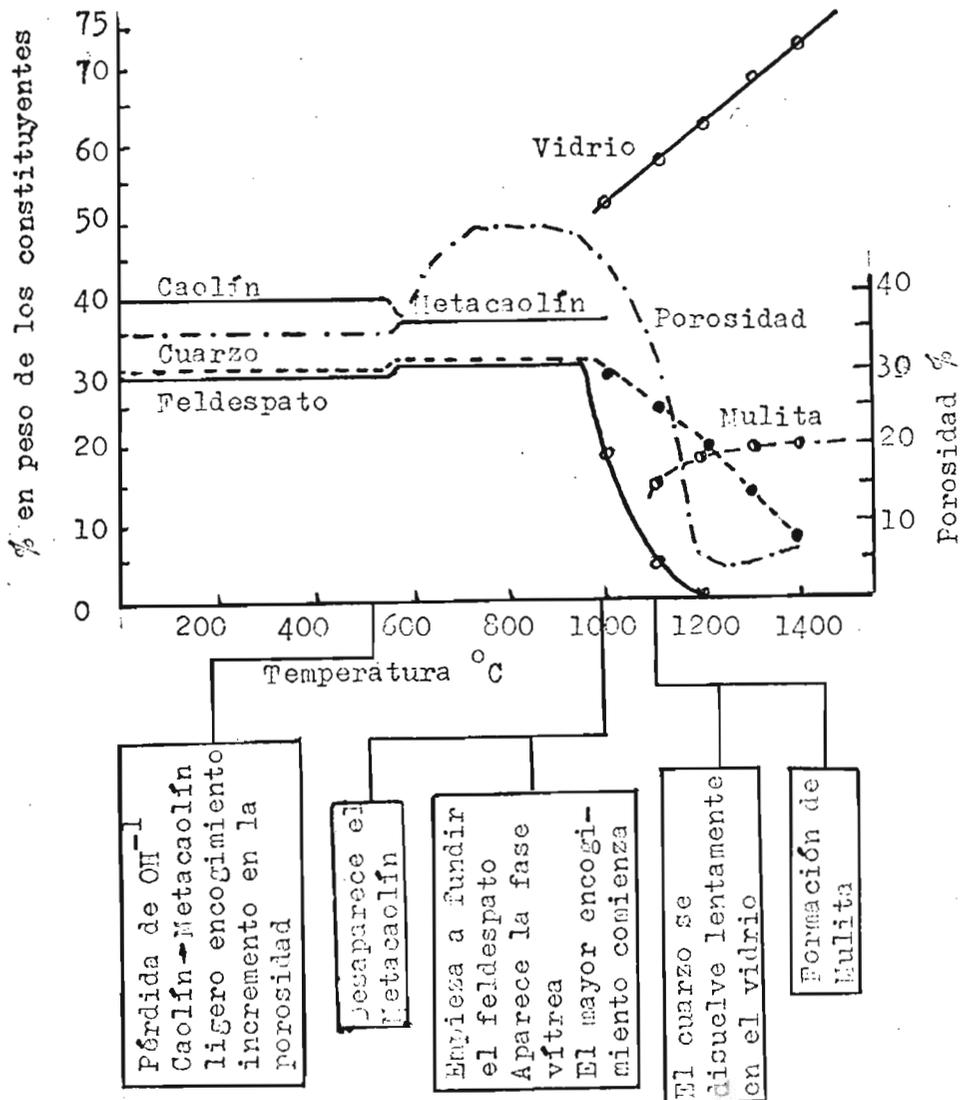
Brindley y Ougland han estudiado un sistema:

Feldespato 30% - Cuarzo 30% - Arcilla 40%

Obteniendo los siguientes resultados:

Fig. No. 37

Cambios en un cuerpo que contiene 40% de caolinita 30% de cuarzo y 30% de feldespato cuando es calentado.



Ref. W.G. Lawrence, Ceramic Science for the potter. Chilton Book, Co., New York, 1972, p. 115.

4.2 Factores que influyen en las reacciones químicas:

Una característica es que las reacciones son detenidas antes de que el sistema alcance un estado de equilibrio, es decir las reacciones no son completadas. Por esto los diagramas -

de fase tienen un uso limitado.

a) Tamaño de partícula.

Mientras más finas partículas tienen mayor punto de contacto y menor distancia de difusión y por lo tanto ocasiona mayor reactividad.

b) Impurezas

Las impurezas influyen también en las reacciones llevadas a cabo, de las cuales la principal es el óxido férrico común en la alfarería que usa "arcillas rojas" en algunos casos como el único constituyente conteniendo 10% más de Fe_2O_3 . Este óxido reacciona con el sílice a bajas temperaturas (1000 C) permitiendo formar un cuerpo duro a bajas temperaturas. Otra impureza es el óxido de titanio el que actúa como un catalizador que promueve las reacciones químicas.

c) Atmósfera para el quemado

El efecto del óxido de hierro es influenciado por la atmósfera de quemado, en una atmósfera reductora forma el óxido ferroso que reacciona con el sílice formando líquido a más bajas temperaturas que el óxido férrico y el sílice. Por otro lado el color es modificado según la atmósfera, la porcelana dura (con un contenido 0.5% de Fe_2O_3) es quemada en fuego reductor para que el óxido ocasione un color azulado muy estimado en este tipo de cerámica.

Otro tipo de cerámica quemada en fuego reductor es el llamado "Stoneware" (8% de Fe_2O_3) lográndose en esta forma un cuerpo denso a menor temperatura.

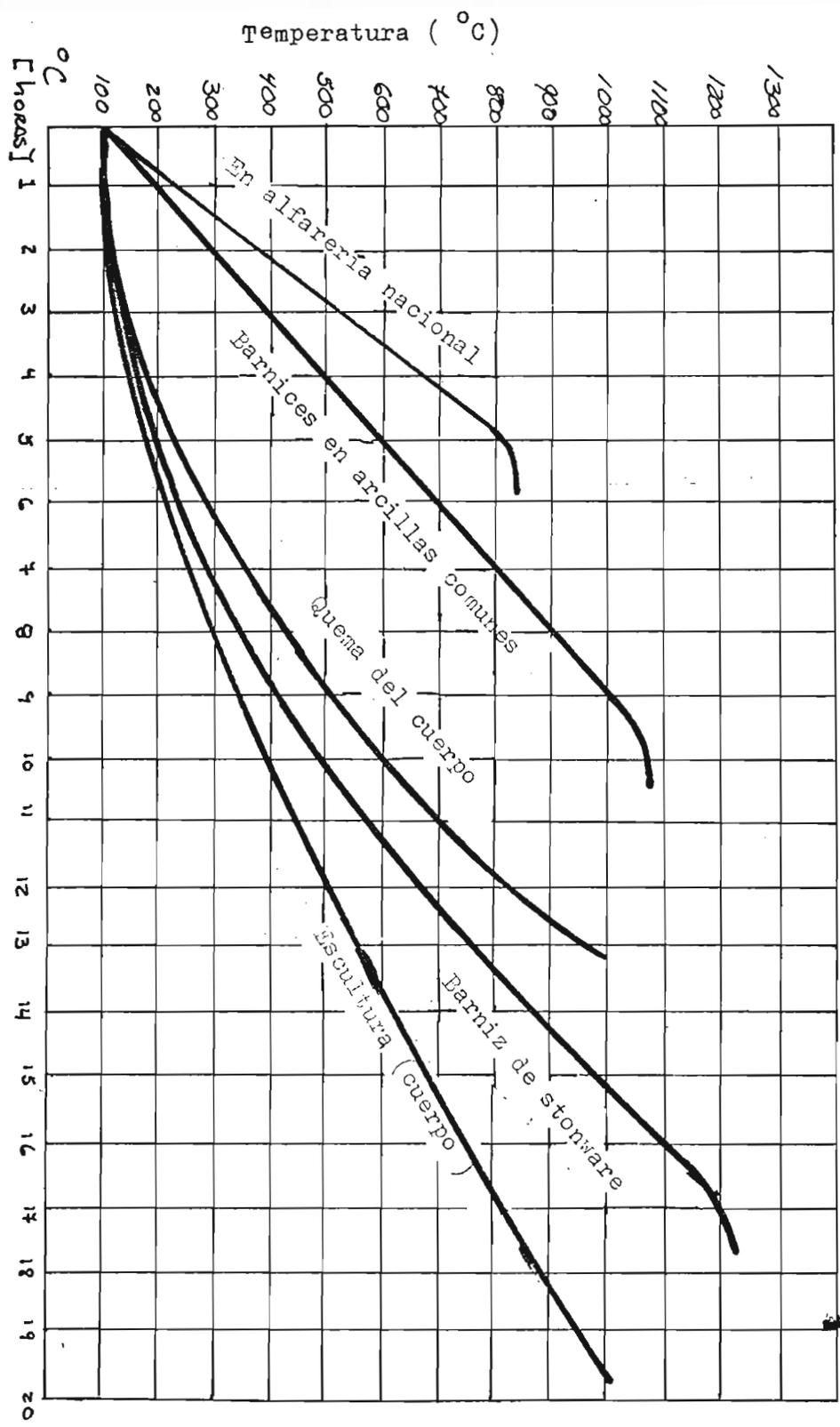


Fig. No. 38 Ciclos de calentamiento para el quemado.

Ref. D. Rhodes, Clay and Glazes for the Potter. Chilton Book Co., New York, 1973. p. 312.

B. Propiedades que deben controlarse en los objetos.

1. Contracción

Es una relación de volumen o longitud del cuerpo antes y después de la quema, que varía según el tipo de pasta.

Sus principales causas son:

a) Pérdida de volumen por la expulsión del agua, carbonatos, sulfuros, materia orgánica y algunos sulfatos.

b) Reunión de cristales por las fuerzas de capilaridad del vidrio y expulsión del aire por los poros. Se reduce agregando cascajo, como por ejemplo en la terracota o quemando a más bajas temperaturas.

2. Absorción

Es la cantidad de agua recogida en los poros cuando se sumerge una pieza en agua hirviendo por espacio de una hora y se la deja por veinticuatro.

Según aumenta la temperatura de madurez mengua la absorción, dada por la siguiente relación:

$$\frac{P_f - P_i}{P_f} \times 100$$

P_f = Peso después de la prueba

P_i = Peso antes de la prueba

y aunque sólo nos da la medida de poros abiertos es útil porque dice lo bien quemado de la pasta, si es vidriosa o compacta. Así también explica su firmeza.

Cuando la absorción en arcillas compactas es demasiado baja, se dice que fue sobre quemada y en la porcelana si la temperatura se pasa aumenta la absorción pues se desprenden gases en la formación de vidrio.

3. Traslucidez

Es la medida de la cantidad de luz que puede pasar por el objeto. La luz pasa a través del vidrio y es desparramada por los cristales de cuarzo y mulita, lo que da una idea de la cantidad de vidrio formado.

La ~~tabla No.~~ 5 indica los valores de estas propiedades así como la temperatura de madurez en diferentes pastas.

Tabla No. 5 Encogimiento y absorción para algunas pastas quemadas.

TIPO DE PASTA	TEMPERATURA DE MADUREZ °C.	ENCOGIMIENTO LINEAL BASADO EN TAMAÑO SECO	ABSORCION EN PORCENTAJE
Artículos rojos	1 000	6	9
P ros	1 150	10	0
Arcilla roja compacta	1 150	9	6
Arcilla gris	1 250	8	5
Arcilla semi-vid	1 250	9	4
Porcelana elec.	1 250	11	0
Porcelana alta quema	1 450	11	0
Terracota	1 150	4	11
Pasta escultura	1 015	1.5	20

Ref.F.H.Norton,Cerámica para el Artista Alfarero.C.E.C.S.A.
México,D.F.,1971. p.426.

C. Equipo

Es el horno el corazón del proceso en la cerámica, ya que la flexibilidad, la exactitud y la eficiencia dependen en gran parte la calidad y costo de los artículos.

1 Características generales de los hornos.

Desde el punto de vista ingeniería, el horno es una máquina muy ineficiente y de acuerdo con datos de Rodhes⁽¹⁾, el balance de calor en el horno periódico más eficiente es como sigue:

Calor usado en la cerámica 20%
 Calor perdido en enfriamiento 18%
 Calor a través del flujo 36%
 Calor perdido a través de las paredes 18%
 Calor almacenado en paredes y bóveda 14%
 Calor usado en la vaporización de la humedad 8%
 Combustión incompleta 6%

El incremento de la temperatura depende de la capacidad de los quemadores y así un principio general en el diseño de un horno es tener una reserva de la capacidad de los quemadores para poder llenar las pérdidas de calor y poder elevar la temperatura a la velocidad deseada, y si los quemadores son insuficientes o el aislamiento deficiente puede traducirse en elevaciones de temperatura muy lentas o en no alcanzar la requerida.

(1) D.Rhodes, Kilns. Chilton Book Co., New York, 1968. p. 154.

Esta elevación de temperatura es generalmente lenta, para llevar a cabo los cambios físico químicos necesarios así como también un enfriamiento lento es requerido para evitar roturas y rajaduras en las piezas como un efecto de el shock térmico o la contracción, la elevación debe ser constante sin brinco bruscos para evitar resquebrajaduras y evitar lecturas imprecisas en los conos pirométricos.

Otras características deseables en un horno debe ser: homogeneidad de temperatura en todas las partes de la cámara y facilidad para controlar las características oxidantes y reductoras del fuego.

2 Descripción y tipos de horno.

Como ya hemos visto, en la cerámica es necesario proporcionar calor a temperatura alrededor de los 1000°C a 1500°C y preferentemente sin que los objetos estén expuestos a la flama directamente.

Según el combustible usado podemos clasificar los hornos en:

- Hornos de leña
- Hornos eléctricos
- Hornos de gas
- Hornos de disel

En general en nuestro medio es el horno de leña el de uso más extendido en la cerámica de alfarería en zonas rurales y rancherías y los de gas y electricidad en las ciudades, ambos de tipo intermitente.

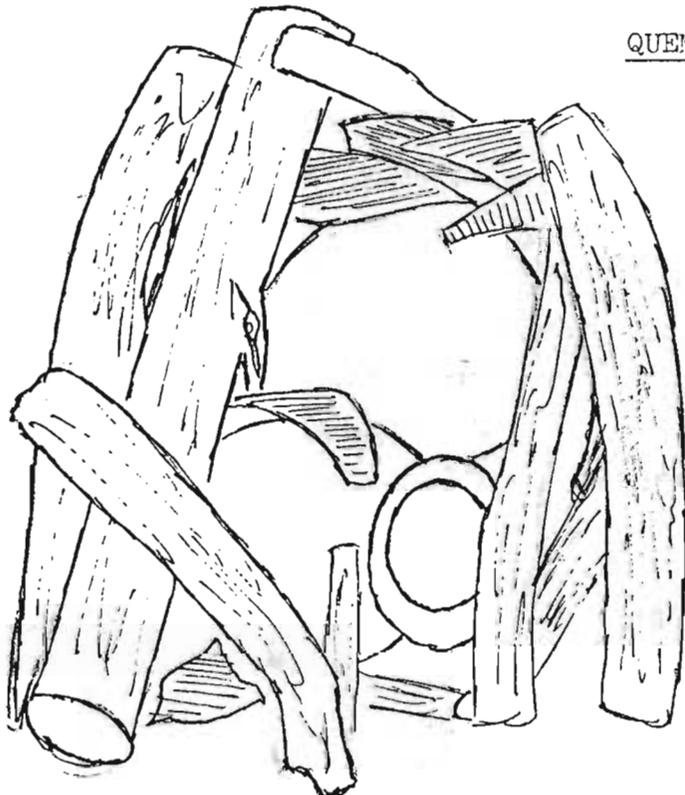
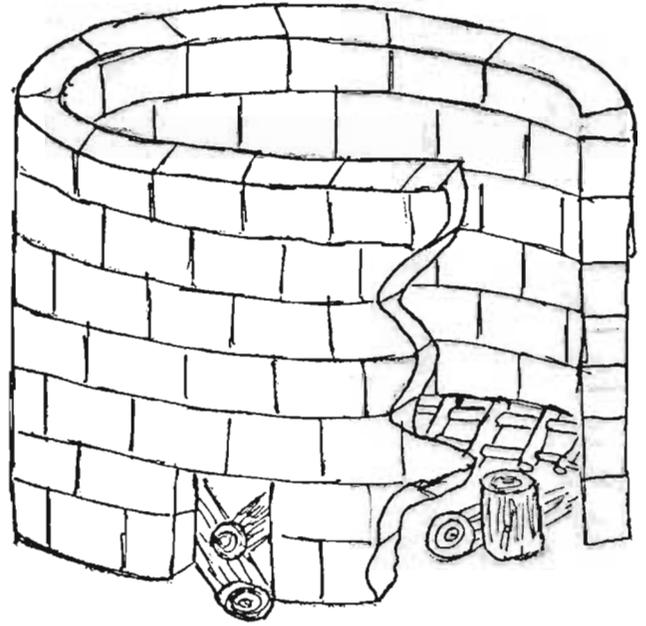
Los hornos de leña son similares al que aparece en la Fig. No 39, de forma cilíndrica, de adobe, con un hogar en la parte baja, en algunos casos como TzintzunTzan subterráneo, una parrilla de piedra y una cámara para las piezas que está por encima del suelo. La mayoría tienen un diámetro de un metro a un metro sesenta y se elevan a 70 cm. ó 1 metro arriba del piso. Las piezas son acomodadas en el interior con las vasijas pequeñas dentro de las grandes y una vez lleno el horno se cubre con pedacería para conservar el calor. Ya cargado tarda tres horas

en alcanzar su temperatura máxima (alrededor de unos 800°C) la cual es mantenida durante una hora más. Después de esto se le deja enfriar por aproximadamente doce horas, a continuación se sacan las piezas para el barnizado y se hace una segunda quema igual a la anterior sólo que la temperatura deberá ser de unos 900°C.

Fig. No. 39

HORNO DE CIELO ABIERTO

;



QUEMA A FUEGO ABIERTO

Fig. No. 40

HORNO DE BOTELLA

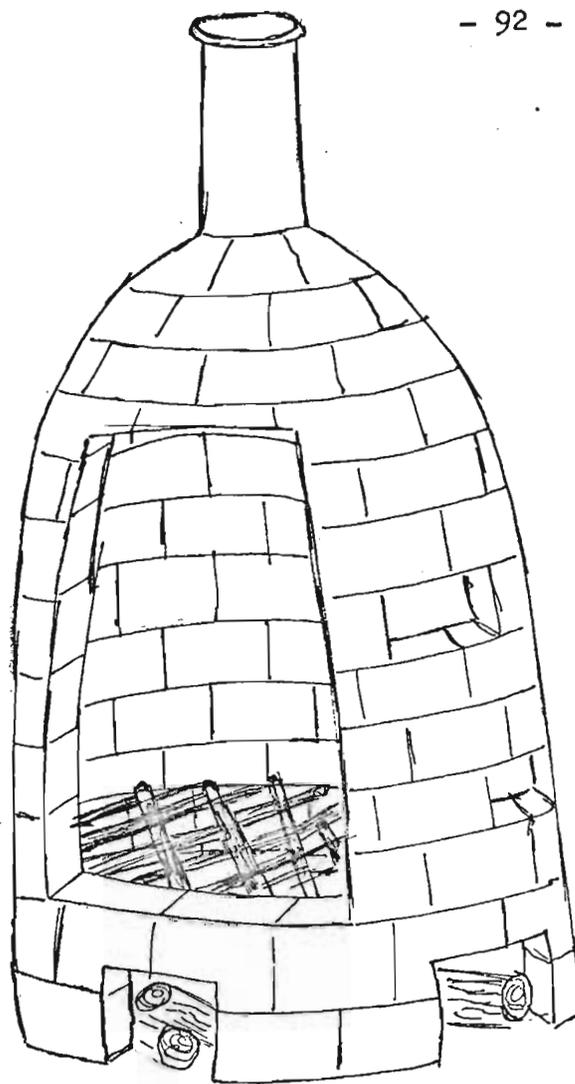
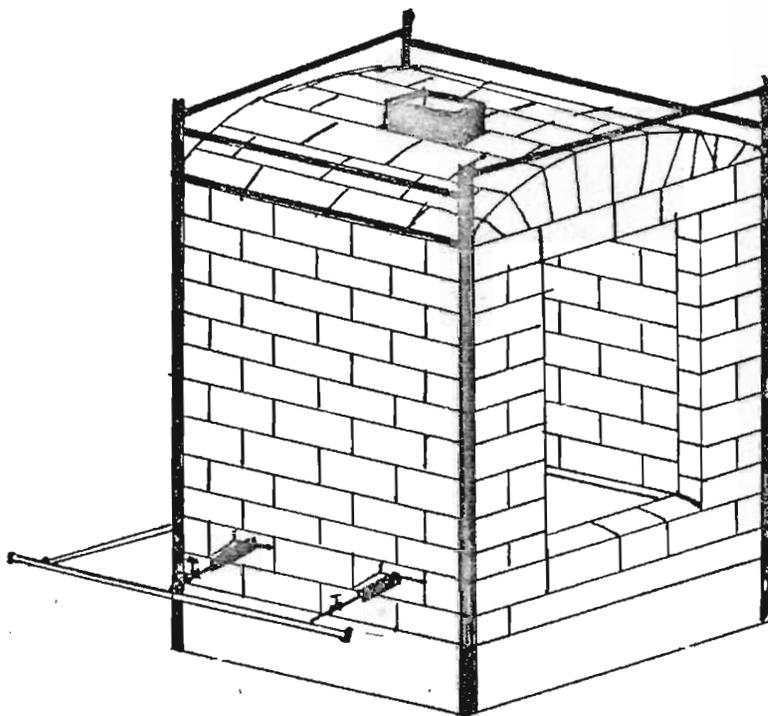


Fig. No. 41



HORNO DE GAS

Una variedad de este tipo de horno es el usado en Coyo tepec con el mismo diseño pero construido bajo tierra y de una - profundidad cercana a los dos metros. En algunos otros lugares - la forma circular es cambiada por forma rectangular, en general de mayor tamaño, a los que se les agregan unas pequeñas ventanillas, las cuales son abiertas al finalizar la quema provocando un mayor flujo de gases, siendo la técnica de cochura la ya descrita anteriormente.

Otro tipo es el cónico de la Fig. 40 el cual es llenado por una pared que se reconstruye en cada operación y en el - cual la punta del cono actúa como chimenea dando una mayor circulación de los gases.

En otros lugares la cocción se hace a fuego directo - por fuera o en hornos muy primitivos lo cual nos deja ver la poca o ninguna ayuda que los adelantos técnicos significan para - muchos de los alfareros de nuestro país.

Los de tipo eléctrico son hornos usados en las áreas urbanas, debido a que su manejo es más sencillo que los de o - tros combustibles y a que existen en gran variedad de tamaños.

Hay dos tipos básicos de hornos eléctricos; los de e - lementos metálicos y los de no-metálicos. Los elementos metáli - cos están presentes por lo común en la forma de alambre o de - cinta hechos de aleaciones con gran resistencia eléctrica. En este caso el control de temperatura se hace por medio de sweetches o por reguladores de voltaje, y pueden alcanzarse como - máximo temperaturas cercanas al cono 10. Los elementos no-me - tálicos son de naturaleza cerámica, hechos de carburo de sili con moldeado en forma de varillas y son capaces de alcanzar - temperaturas en los conos 15 a 18. Este tipo de horno no es de uso muy extendido por la necesidad de un transformador.

3. Accesorios para la quema:

3.1 Piezas para soporte:

Las hay de varias formas y con diseños en los que só - lo se toque la pieza en dos o tres puntos, se hacen de arcilla

con temperaturas de madurez mayores que la usada en el horno.

3.2 Control de temperatura

Muchos artesanos son guiados unicamente por la experiencia para el control de la temperatura en la quema. Esto es muy comun en los objetos de pasta roja de baja temperatura, debido a que el artesano trabaja con uno o dos tipos de pasta, y poca variedad en los tonos y materiales para decoración con lo cual adquiere gran destreza en el proceso.

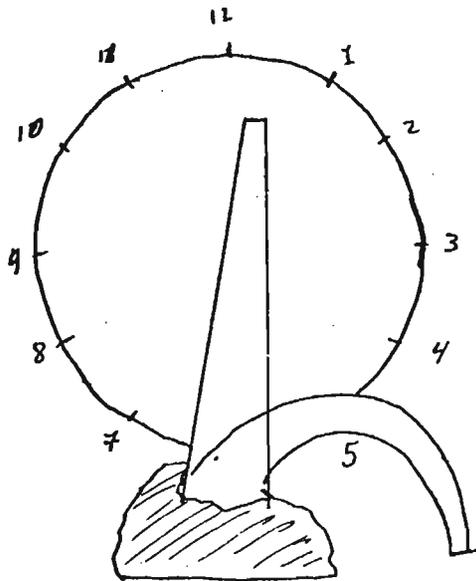
En casos en que se requiere el control más exacto de temperatura por la calidad o el tipo de pieza, o en talleres en que hay una subdivisión mayor del trabajo el uso de los conos pirométricos es muy extendido. Un cono pirométrico es una pirámide pequeña y delgada de arcilla y otros materiales cerámicos que se suavisan y deforman al llegar a una temperatura determinada. Son usados para indicar la temperatura alcanzada y la uniformidad en el horno.

Existen dos tipos de conos: los segger y los más comunmente usados que son los orton. Los orton incluyen sesenta y un números distintos de cono, desde el 022 en el extremo más bajo hasta el número 26 en el extremo superior. Los hay en dos tamaños: el más pequeño de 1 1/8" y el normal de 2 1/2". No siendo intercambiables aunque están numerados de idéntico modo.

Los conos se fijan en placas de arcilla y se inclinan un ángulo de 8° cortándose la base. Deben colocarse para una quema tres conos, en el centro va el que indica la temperatura de madurez, y a los lados los que den las lecturas próxima, inferior y superior, con el objeto de saber cuando se está alcanzando la temperatura deseada, y si en algún caso se supera ésta, lo cual puede ser de importancia cuando se usan barnices o colores ya que la diferencia correspondiente a un cono puede dar otros efectos. La siguiente figura ilustra como se hacen las lecturas de un cono. Al inicio la punta señala entre las 12 y la una de la carátula de un reloj. Cuando la punta marca las 6 el cono ha alcanzado su lectura total. Se puede parar el calentamiento cuando está en 2, 3, 4, 5 según se desee.

Fig. No. 42

Lectura de un cono pirométrico



La velocidad de calentamiento afecta las lecturas en los conos. Un calentamiento muy lento hace que el cono se doble demasiado rápido antes de alcanzar la temperatura deseada y uno rápido hace que el doblez se retarde. También la atmósfera del horno los afecta, así una atmósfera reductora los hace rígidos retardando el doblez y una atmósfera sulfurosa tiende a hinchar el cono y arrugar su superficie. De esto podemos ver que un cono no mide temperaturas específicas sino una relación de temperatura-tiempo-atmósfera, por lo cual es necesaria cierta experiencia con el trabajo de éstos en el horno para obtener buenos resultados. Pueden construirse conos pirométricos con arcillas con que se hacen las pastas, mezclándolas con vidrio de botella, los cuales se cocen y se calibran pudiéndose obtener así un buen control de temperatura a un bajo costo.

La siguiente tabla nos da una idea de las diferentes equivalencias según la velocidad de calentamiento. Los estándares son dados por la primera columna cuando se tiene un régimen de calentamiento de 60°C por hora, las dos últimas columnas nos dan idea de los rangos en que se usan estos conos.

Tabla No. 6 Equivalentes de temperatura a diferentes rangos de calentamiento y colores del fuego para diferentes objetos.

CONO No.	STANDARES 60° C/hora	150° C/hora	COLOR DEL FUEGO	EFEECTO EN LA ARCILLA	TIPOS DE OBJETOS Y BARNICES
022	585	600			
021	602	614		Sale el agua de la	
020	625	635		plasticidad	
019	668	683			
018	696	717	rojo opaco		
017	727	747			
016	767	792		Se quema la	Barnices
015	790	804		materia orgánica	rojo de cromo
014	834	838		Empieza la hidratación y oxidación	
013	866	869			Lustres
012	869	884			
011	886	894	rojo cereza		
010	887	894			
09	915	923			Barnices de plomo
08	945	955			baja cocción
07	973	984			
06	991	999	naranja		
05	1031	1046		maduran las arcillas rojas	Objetos de barro baja cocción
04	1050	1060			
03	1086	1101			
02	1101	1120			
01	1117	1137			
1	1136	1154	amarillo	Maduran las arcillas ante	Objetos de barro ante
2	1142	1162			
3	1152	1168			
4	1168	1186		Se funde la arcilla ro-	Barnices de porcelana
5	1177	1196		ja	

6	1201	1222		
7	1215	1240		
8	1236	1263		Stoneware Stoneware
9	1260	1280		Barniz sal
10	1285	1305	Blanco	
11	1294	1315		
12	1306	1326		
13	1321	1346		Madura la
14	1388	1396		porcelana porcelana
15	1424	1431		

3.3 Combustibles

Los combustibles usados en hornos para cerámica:

Gas natural	950 - 1050	BTU /ft ³	
Butano	3200	"	
Propano	2558	"	6 93,500 BTU /Gal
Disel	135,000 - 139,000	BTU /Gal.	
Electricidad	100,000	BTU - 29.3 Kw	
Madera			

De estos el gas natural no es usado entre los alfareros por su dificultad para encontrarlo, la electricidad es poco utilizada por la instalación requerida y su costo.

El gas butano aun con su alto costo es muy usado en talleres de mediano tamaño y pequeños por la poca instalación necesaria y su fácil manejo.

La madera es sin duda el combustible más usado dentro del medio artesanal mexicano lo que ha traído problemas de deforestación en las zonas alfareras ya de por sí con escasa vegetación. Por todo esto y las ventajas que presenta el disel como combustible (alto poder calorífico y costo bajo) en algunos casos se ha substituido éste por la madera, lo que a nuestro juicio parece una acción que debería realizarse inmediatamente pues con diseños sencillos de quemadores el control es más fácil que con madera, además que se evitaría así la tala que se realiza en los bosques cercanos a los centros productores.



X-decorado

X. DECORACION

Es éste el último paso en la producción de objetos en la artesanía y del que depende en mucho la aceptación del producto.

Existe gran variedad en los métodos de decoración dentro de la producción artesanal mundial, muchos de los cuales han sido tomados como base para el desarrollo posterior de los métodos industriales, pero los métodos artesanales han permanecido invariables la mayoría de los casos a través del tiempo.

A. Terminado

Primero mencionaremos las técnicas que son usadas para dar el terminado al cuerpo de la pieza:

a) Impresión; se imprime en la arcilla blanda con sellos de madera, de arcilla o metal, o alguna herramienta con el negativo del diseño.

b) Pastillaje; en la arcilla aun blanda se pegan pequeños elementos decorativos hechos en molde o a mano.

c) Incisiones; en la arcilla blanda se marcan y ya seca después se raspa para dejar las marcas con bordes lisos.

d) Mishima; técnica coreana que consiste en hacer incisiones, las cuales son llenadas con pastas coloreadas, raspándose los bordes cuando está seca la pieza para revelar el diseño lineal.

e) Sgrafiado; técnica italiana en la cual el dibujo se aplica por medio de incisiones, después se pone la pasta de diferente color y cuando ésta seca se raspa hasta dejar ver la arcilla del cuerpo.

f) Engobes; son arcillas de color, las cuales se aplican con brocha, atomizador, inmersión, stencil o algún otro medio. En este método debe cuidarse que la capa de arcilla no sea muy gruesa por el peligro a que se separe del cuerpo de la pieza.

g) Relieves; son aplicados de forma similar que en la técnica del pastillaje y generalmente son hechos de la misma arcilla y es conveniente cuidar que tengan la misma humedad para evitar desprendimientos por diferencia en el encogimiento.

h) Talla; ya seca la pieza se talla (generalmente con lija) para darle textura o algún diseño.

i) Pulido o bruñido; se frota la pieza cuando ésta tiene la dureza del cuero, con un objeto duro para darle cierto terminado lustroso.

j) Aplicación con jeringa; por medio de una jeringa se inyecta pasta para hacer ciertos trazos sobre la pieza.

Ahora bien, la decoración más usada son las pinturas y los barnices o vidriados que incrementan la estabilidad química de la pieza y la impermeabilidad, además del efecto estético que se logra. }

B. Decoración bajo barniz.

Este tipo de decoración tiene un alto grado de duración al quedar protegida por la capa de barniz que la cubre y que da a los colores profundidad.

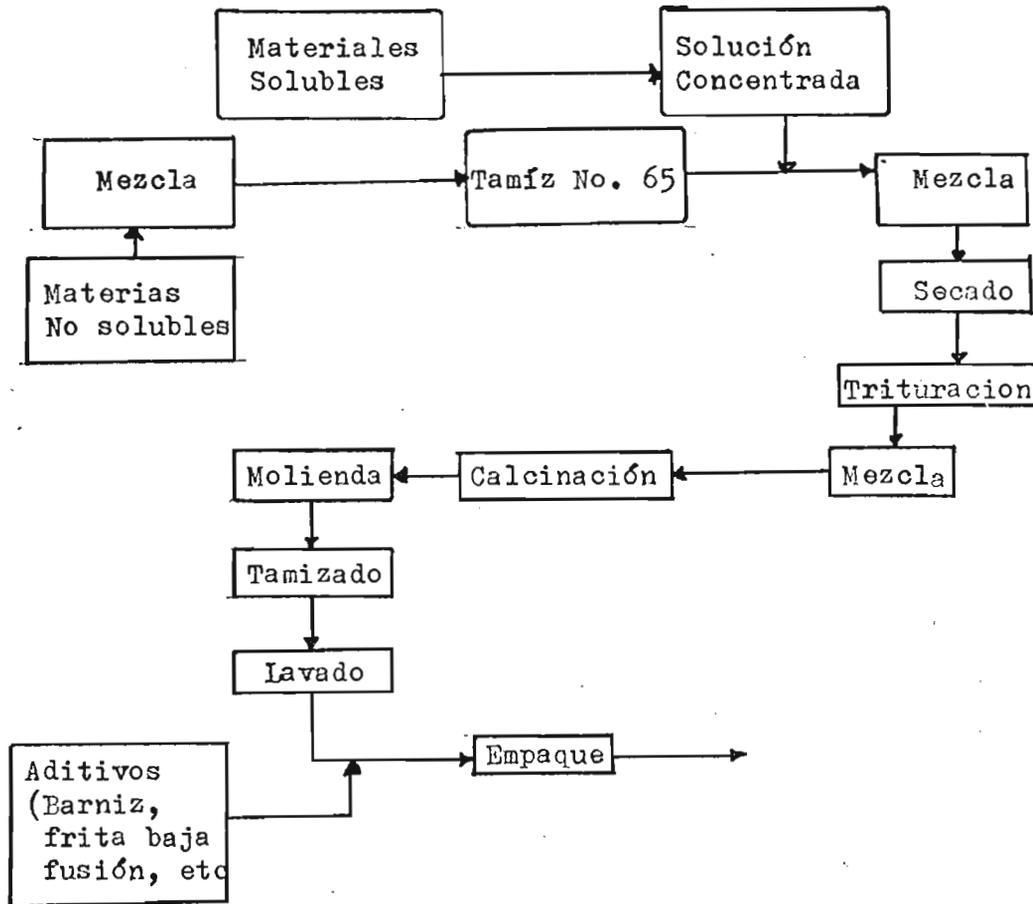
a) Colores; son fabricados por casas especializadas y se componen de:

Elementos colorantes. Cristales coloreados de alta estabilidad química para resistir el ataque del barniz o de la liga. Son usados uno o dos óxidos de metal para este objeto. ←

Liga. Son ingredientes como feldespatos y fundentes alcalinos que durante la quema vinculan a los otros materiales. }

Diluentes. Con el objeto de obtener matices más claros se mezclan los colores oscuros con ingredientes blancos usándose comunmente pasta de loza blanca, caolín, feldespato y peder-
nal.

El siguiente diagrama muestra las operaciones básicas en la fabricación de los colores cerámicos, realizada ésta por casas especializadas para su venta.



Existen en el mercado una amplia variedad de colores comerciales, siendo casi los mismos que los colores de barnices, pero a medida que la temperatura de madurez aumenta disminuye la variedad.

Como los materiales usados en los colores no son plásticos deben sostenerse en un medio que permita su aplicación, usándose para este efecto un aceite espeso, aceites esenciales, goma arábiga y agua o una solución de glicerina.

Los colores usados deben ser estables bajo el barniz usado, pues cualquier disolución de éstos en el barniz alteraría el efecto y puede impedir ver los contornos claros.

Cuando los colores contienen mucha materia orgánica, es conveniente quemar al rojo para eliminar dicha materia antes del barnizado y así evitar que se astille el borde.

La aplicación de colores bajo barniz se hace por cual -

quiera de los siguientes métodos:

Atomizado; se rocía la pieza con el color atomizándola.

Inmersión; se sumerge la pieza en una suspensión del color.

Pantalla de seda; consiste en una pantalla de seda, la cual deja pasar el colorante a el lugar diseñado.

Se puede en la aplicación ayudarse de stenciles, pinceles o lápices de cera.

b) Colores en las pastas. Las pastas se colorean agregando un óxido colorante o un colorante de pasta. No es muy empleado el método, debido a la gran cantidad de colorante y a la dificultad en la homogeneidad del color por la cantidad de materiales empleados. La intensidad del color varía con la concentración del óxido o colorante empleado que en general oscila de un 1 a 20%.

La tabla siguiente nos da algunos colorantes de pastas y sus condiciones de cochura.

Tabla No. 7 Algunos colorantes usados para pastas.

Color	Tipo de colorante	Estab. límite oC.	Comentarios
Rojo	Hierro	1 050	Blanqueado con cal
Rosa	Aluminato manganeso	1 400	
Rosa	Oro	1 500	
Naranja	Antimonio-titanio cromo	1 300	
Café	Hierro-cromo-zinc	1 300	
Café	Hierro	1 100	
Canela	Titanio-cromo	1 300	
Canela	Hierro-cromo-zinc	1 300	
Canela	Hierro-antimonio	1 300	
Amarillo	Antimonio-titanio-cromo	1 300		Varía con barniz
Amarillo	Estaño-vanadio	1 300	
Amarillo	Zirconio-vanadio	1 300	
Verde	Cromo	1 500	
Verde	Vanadio-cromo	1 300	
Azul	Cobalto	1 500	
Azul	Cobalto-aluminato	1 500	
Azul	Vanadio-zirconio	1 300	
Negro	Cobalto-cromio-hierro	1 500	

b) Tipo Delft; llamada así por haber sido muy usada en las piezas producidas por alfareros de Delft en Holanda. Es la única en que el color (generalmente cobalto) se aplica directamente sobre el barniz sin quemar.

D. Decoración sobre barniz.

a) Colores sobre barniz; es una pintura con colores vitrificables y aunque es un método muy usado no podemos decir que sea signo de buen gusto, ya que en ocasiones no siendo el mismo artista el que realiza la pieza, que el que la decora, no se logra una armonía entre el diseño de forma, textura y material de la pieza y la pintura sobre barniz y así podemos ver que parte de la cerámica más fina no cuenta con decoración alguna, pero en otras ocasiones se logran piezas realmente artísticas pues el que realiza la pieza no siempre es un buen pintor y el pintor a su vez no es un buen alfarero y así con esta técnica pueden conjugarse las dos diferentes cualidades de los artesanos.

Los colores usados están compuestos de un pigmento u óxido colorante, una liga que generalmente es vidrio pulverizado que hace que se adhiera el barniz y se vitrifica el color y también de un vehículo que como en el caso de los colores bajo barniz puede ser un aceite espeso o gomas solubles.

Se queman estos colores aproximadamente a temperaturas de cono 016 (733°C) que son temperaturas muy cercanas al punto rojo y como algunos colores no mezclan con otros es necesario a veces varias quemadas.

Como estos colores se funden con el barniz, la temperatura de quema dependerá en mucho del tipo de barniz, es decir que con barnices suaves las temperaturas serán más bajas que con barnices de alta temperatura.

La tabla No. 9 , nos da una idea de las temperaturas de quema del decorado según el tipo de pasta y barniz usado.

Tabla No. 9 Temperaturas del decorado sobre barniz dependiendo del barniz usado.

TIPO DE PASTA	TEMPERATURA MADUREZ DEL BARNIZ	QUEMA DEL DECORADO SOBRE BARNIZ
Porcelanas de pasta dura	Cono 12-16 (1310°C-1450°C)	Cono 013 (825°C.)
Porcelana de hueso	Cono 4-6 (1165°C-1190°C)	Cono 016 (735°C.)
Porcelana de frita	Cono 4-6 (1165°C-1190°C)	Cono 016 (735°C.)
Loza Blanca pastas de baja cochura	Cono 06-03 (1005-1080°C)	Cono 019 (630°C.)

Como podemos notar en la tabla, aunque las variaciones de la temperatura de decorado son pequeñas comparadas con las de la quema del barniz, son de tomarse en cuenta.

Siendo los colores usados sobre barniz parecidos a los de bajo barniz al igual que éstos, pueden aplicarse usando pincel, pantalla de seda, stenciles, etc.

b) Dorado; consiste en depositar una capa de metal noble sobre el barniz. Para esto se aplica una mezcla del metal con un agente que sirva de liga y un vehículo.

c) Lustres; capas muy delgadas de metal depositadas sobre las piezas.

d) Calcomanías; existen en el mercado gran variedad de ellas, su aplicación es la misma que la de una calcomanía de tipo normal y durante la quema se pierde la materia orgánica quedando los colorantes.

e) Incrustación; consiste en rebajar ciertas zonas del barniz con ácido fluorhídrico.

f) Relieves de esmalte; se usan para este propósito disilicatos de plomo y se levanta el relieve sobre la superficie del barniz.



XI-decorado (barnices)

XI BARNICES

A. Generalidades:

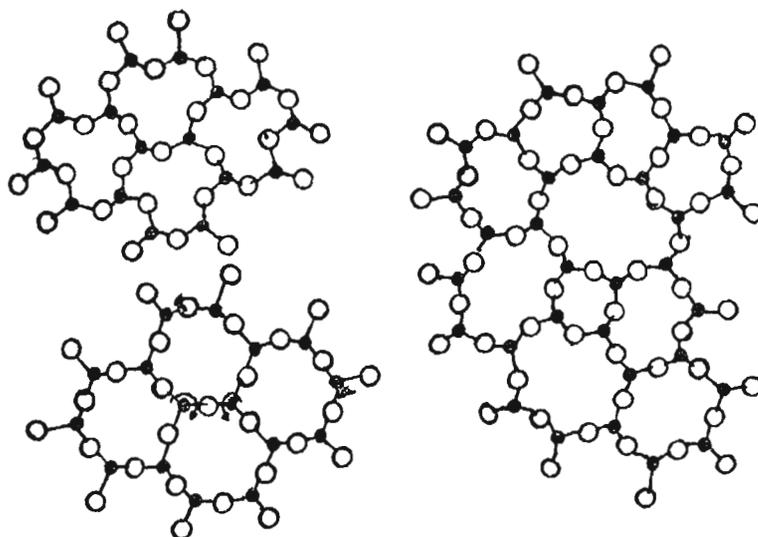
El barniz es una delgada capa de vidrio o de vidrio y cristales que se adhiere a la superficie de la pieza dándole varias características como son:

- a) Una superficie lisa y fácil de limpiar.
- b) Texturas y colores que no son posibles unicamente con la pasta.
- c) Produce una capa protectora de la decoración bajo barniz.

Según la American Society for testing Materials "Vidrio es un producto inorgánico fundido que se ha enfriado sin cristalizar". Es considerado un líquido de alta viscosidad a temperatura ambiente. La viscosidad alcanzada durante el enfriamiento impide el libre movimiento de los átomos con suficiente libertad para lograr un arreglo cristalino dando como resultado un arreglo al azar.

Fig. No. 43

Estructura de un cristal y de un vidrio.



Estructuras Cristalinas

Estructura Vitrea

Zachariasen ha dado los criterios para que sea posible obtener el arreglo al azar de una estructura vítrea:

1. Los aniones en una estructura vítrea no pueden estar unidos a más de dos cationes. Si más de dos cationes están ligados a un anión la rigidez de esta estructura impide la distorsión necesaria para la formación de un vidrio.

2. El número de coordinación del catión debe ser pequeño (3 ó 4). Esto limita el tamaño del catión a 0.30 Å para un número de 3 y 0.55 Å para 4 ya que si es mayor el número de coordinación será de 6 a 8 estando los aniones localizados en los esquemas de un octaedro estructura que no permite la flexibilidad necesaria para obtener el arreglo al azar necesario para la formación de un vidrio.

3. Los poliedros deben estar unidos por los vértices y no por lados o aristas. Esto es debido a que los cationes deberán permanecer tan lejos como sea posible para alcanzar una condición más estable.

4. Al menos tres vértices de cada poliedro deben estar unidos a otros para formar un arreglo tridimensional.

El postulado 1 elimina a la mayoría de óxidos como formadores potenciales de vidrio porque sólo pocos cationes forman óxidos en los cuales el ión oxígeno está electricamente balanceado por coordinación con solo dos cationes. La excepción a esta regla es el SiO_2 . El Al^{+3} en su arreglo octaédrico no puede formar vidrio ya que sería necesario tener cada ión O^{-2} ligado a tres Al^{+3} para que la estructura fuera neutra. Así la habilidad para formar vidrio depende de la carga y el tamaño.

Los tipos de óxidos formadores de vidrio son:

1. Trivalentes (M_2O_3) en los que el catión tiene tres uniones de coordinación. Ejemplo; B_2O_3 , As_2O_3 y Sb_2O_3 .

2. Tetravalentes (MO_2) como SiO_2 y GeO_2 .

3. Pentavalentes (M_2O_5) con cuatro ligaduras de coordinación. Ejemplos; P_2O_5 , As_2O_5 y Sb_2O_5 .

En vidrios de silicatos el tetraedro SiO_4^{-4} es la unidad fundamental de construcción lo mismo que en los cristales. La diferencia entre uno y otro es la manera como estos tetraedros es tán ligados; en el cristal el arreglo en tres dimensiones se repi te ordenadamente mientras que en la vítrea el arreglo como ya di jimos, es al azar, no encontrando una repetición ordenada.

Dentro de los compuestos denominados "formadores" son de especial interés para el ceramista el sílice y el óxido bórico (SiO_4^{-2} y BO_3^{-3}) los cuales son unidos por los vértices por iones oxígeno para formar un arreglo irregular tridimensional. De hecho los más simples vidrios son el sílice y el óxido bórico fundidos, el sílice con una estructura básica tetraédrica que le da más -- fuerza que a la triangular del óxido bórico.

Ninguno de los dos óxidos mencionados anteriormente pue den ser usados como barnices ya que el sílice tiene un punto de fusión muy alto (1700°C) y el óxido bórico es soluble en agua por lo que para su uso son utilizados otros óxidos llamados "modifica dores de la estructura", estos son cationes grandes como el sodio que producen aberturas en la estructura y pueden causar devitrifi cación y pobre resistencia al ataque químico pero si otro cación como el Ca^{+2} es añadido, las aberturas son cerradas obteniéndose a sí una estructura más fuerte.

En el caso de los vidrios Boro-silicio consistiendo de u na molécula de B por 4 de Si, el boro actúa con cuatro valencias -- de coordinación reforzando la estructura.

La alumina en la presencia de un alcali puede tener la -- función del óxido bórico formando tetraedros coordinados por óxi genos tomados de los alcalis, cal, etc. En ciertos casos ayuda a -- cerrar las aberturas tomando el lugar de la sílice. La alumina y o tros óxidos que contienen Pb^{+2} , Ti^{+4} , Mg^{+2} , Be^{+2} , son llamados "Co formadores".

El óxido de zinc forma sus propios tetraedros cada uno a sociado con dos iones alcalinos atrapándolos con mayor fuerza que si sólo estuvieran rodeados de grupos SiO_4 por lo que es usado es ---

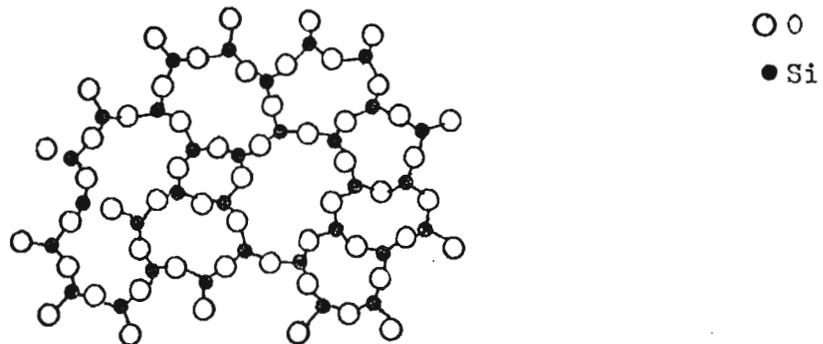
te óxido para incrementar la resistencia química.

El plomo es unido por dos oxígenos los cuales son vértices de dos tetraedros SiO_4 siendo capaces de formar puentes entre grupos SiO_4 en una extensión más larga que otros iones divalentes.

Los siguientes esquemas nos dan una idea de la estructura de diferentes tipos de vidrios:

Fig. No. 44

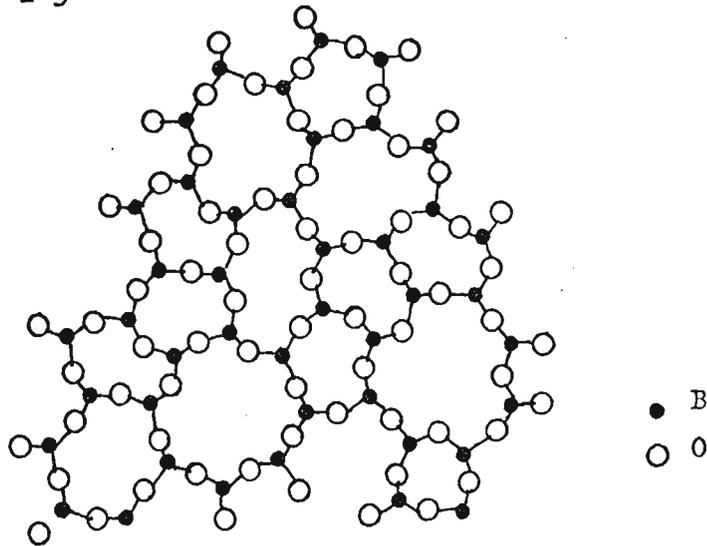
1. Vidrio SiO_2



Warren en sus trabajos en vidrio encontró la estructura mostrada en la figura para el SiO_2 cuya unidad fundamental como ya se mencionó es el tetraedro SiO_4^{-4} . La distancia de separación entre Si^{+4} y O^{-2} es 1.62A la cual es aproximadamente la misma que en el cristal, las ligaduras de cualquier oxígeno son opuestas pero no diametralmente, sino con pequeñas desviaciones siendo esta la diferencia básica entre el cristal y el vidrio, lo que hemos llamado "arreglo al azar". Se ha omitido en esta representación el cuarto oxígeno que formaría la estructura hacia un tercer plano en la figura.

Fig. No. 45

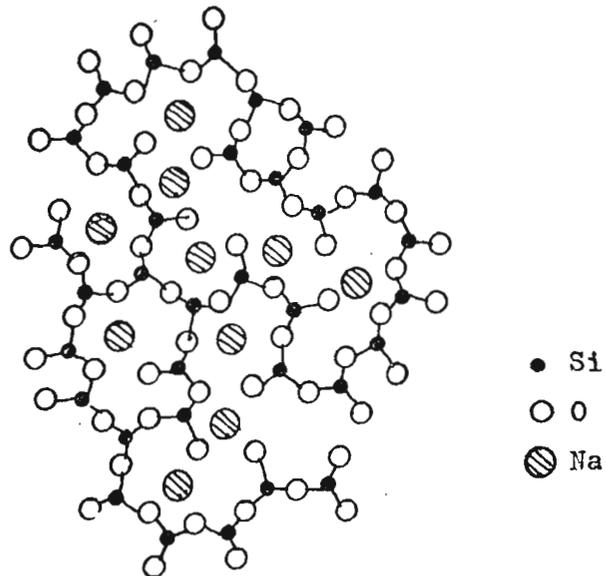
2. Vidrio de B_2O_3



Aquí la forma básica es un triángulo equilátero en cuyos vértices se encuentra el oxígeno. En dos dimensiones la estructura es parecida al SiO_2 pero el BO_3^{-3} es sólo un triángulo, planar por lo que ligado a la cara de otro triángulo es una estructura débil de la cual no puede resultar una buena ligadura tridimensional, así la estructura de este vidrio es más débil y el vidrio tiene un más bajo punto de suavización "softening - - point", más baja viscosidad y mayor coeficiente de expansión - que el SiO_2 .

Fig. No. 46

3. Vidrio de $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$



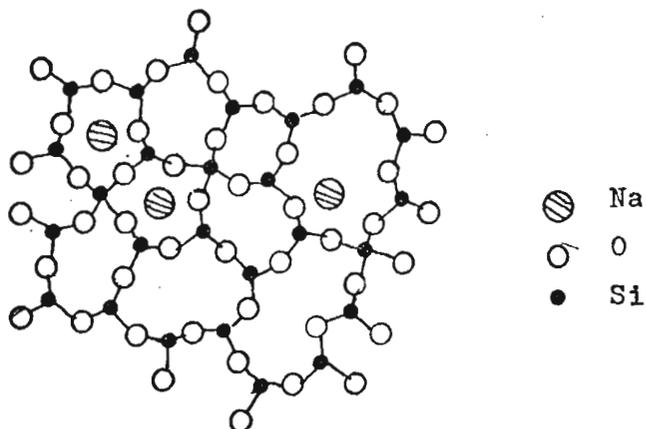
En este vidrio el tetraedro es la estructura básica pero al añadir Na_2O el contenido de oxígeno se incrementa sobre la relación de 2 a 1 en el SiO_2 y algunos de los oxígenos sólo están unidos a un silicio. De la cantidad de Na_2O dependerá el número de oxígenos con una sola ligadura que son las que representan los rompimientos en la estructura lo que la debilita.

Estudios con rayos X han demostrado que el promedio de oxígenos rodeando al Na^+ es de seis.

La adición de Na_2O incrementa la expansión térmica, de crementa la viscosidad y el punto de fluencia. Como en la estructura existen puntos más débiles que otros donde el flujo puede i niciarse, el vidrio se suaviza gradualmente no teniendo un punto de fusión exacto como en el caso de los cristales.

Fig. No. 47

4. Vidrio de $\text{Na}_2\text{O} - \text{B}_2\text{O}_3$

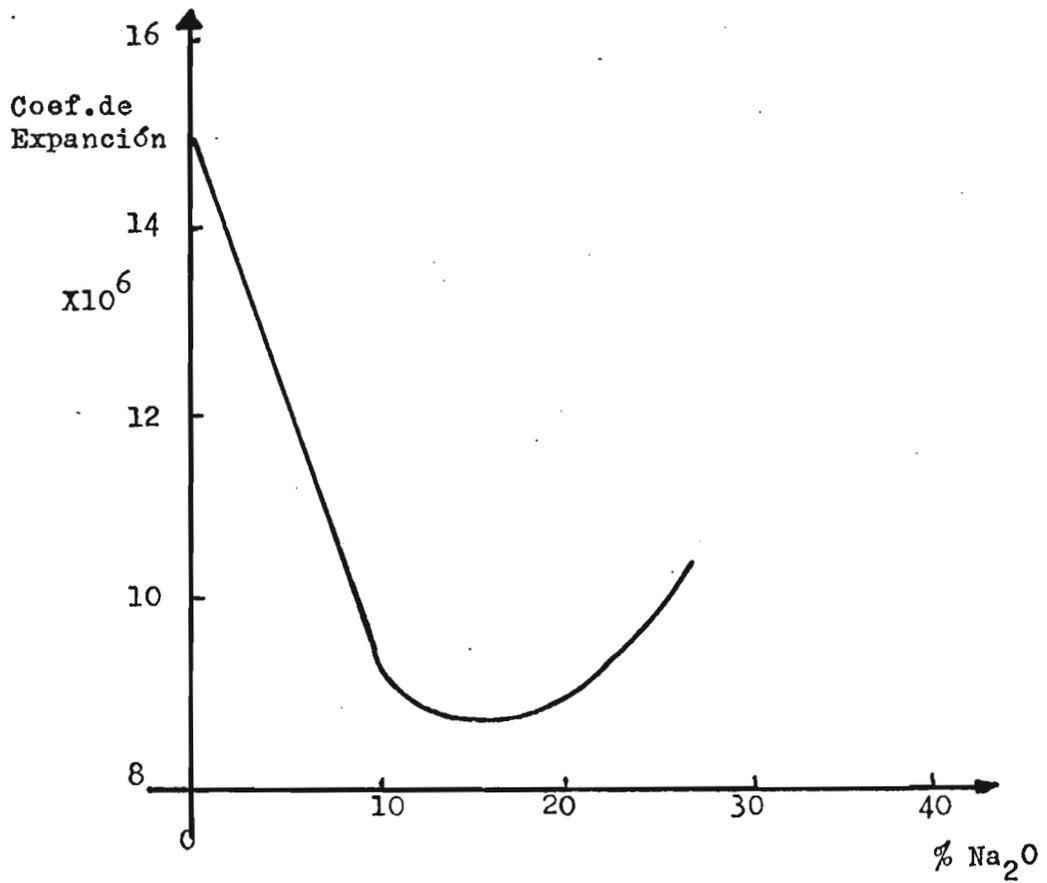


El ión B^{+3} puede trabajar con un número de coordinación de 3 en un arreglo triangular ó de 4 en uno tetraédrico. Cuando en un vidrio de B_2O_3 es añadido Na_2O el arreglo triangular cambia a tetraédrico dando lugar a una estructura más fuerte. Hay evidencia que indica que con cerca del 16% de Na_2O la tendencia del boro a cambiar al arreglo tetraédrico empieza a decrecer por lo que arriba de esta cantidad el exceso de oxígeno hace que haya átomos de este elemento ligados a un solo átomo debilitando la estructura.

Estos cambios en la estructura interna se reflejan en el coeficiente de expansión representado en la siguiente figura:

Fig. No. 48

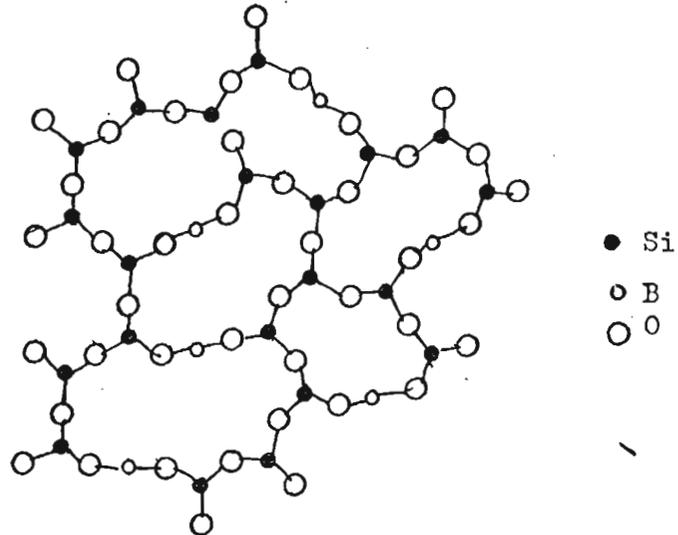
Expansión térmica de un vidrio $\text{Na}_2\text{O} - \text{B}_2\text{O}_3$



Ref. W.G.Lawrence, Ceramic Science for the Potter. Chilton Book Co.,
New York, 1972. p.26.

Fig. No. 49

5. Vidrio de $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3$



En este vidrio la incorporación de una estructura triangular en dos dimensiones hace que la estructura tetraédrica del SiO_2 se debilite obteniéndose así un vidrio más débil que el SiO_2 .

Hemos hablado de los principales constituyentes de un vidrio el cual será aplicado como una delgada capa sobre el cuerpo cerámico. Los vidrios usados para barniz deberán tener varias características como son: una temperatura de madurez adecuada según el tipo de cuerpo sobre el que serán aplicados, estabilidad en condiciones atmosféricas, una viscosidad alta que permita una adherencia a la pieza en forma de una capa homogénea y un coeficiente de expansión cercano al de la pieza, lo que evitará defectos como el estrellado, además propiedades como color y textura deseados, dependiendo todas estas características de la composición química del vidrio.

B. Composición;

Los barnices son una mezcla de óxidos, unos llamados óxidos ácidos como el SiO_2 y el B_2O_3 que son los que forman el vidrio propiamente dicho, los óxidos básicos como el Na_2O , K_2O , CaO ó PbO y los neutros como el Al_2O_3 que dan al vidrio las características de

seadas para su trabajo como barniz.

Muchos óxidos usados son obtenidos durante el proceso - de formación del vidrio empleándose otras materias más abundantes y que con la oxidación o descomposición dan los óxidos deseados.

Aunque en general en el comercio, se venden los barnices en frita, es decir ya fundidas las materias primas y molido el vidrio para su más fácil aplicación, describiremos a continuación los principales óxidos así como las materias primas que intervienen en los barnices.

Los principales óxidos usados comunmente son los siguientes:

	R O	R ₂ O ₃	R O ₂
Oxido de Sodio	Na ₂ O	Alumina	Al ₂ O ₃ Silice SiO ₂
Oxido de Potasio	K ₂ O	Oxido Borico	B ₂ O ₃
Oxido de Plomo	PbO		
Oxido de Calcio	CaO		
Oxido de Magnesio	MgO		
Oxido de Bario	BaO		
Oxido de Litio	Li ₂ O		
Oxido de Stroncio	SrO		
Oxido de Zinc.	ZnO		

La primera columna (RO) representa los óxidos básicos, la segunda (R₂O₃) los neutros y la tercera (RO₂) los ácidos y expresado de otra manera: la primera contiene los elementos monovalentes y divalentes, la segunda los trivalentes y la tercera los tetravalentes.

Los básicos o monovalentes y divalentes incluyen los metales alcalinos y los alcalinoterreos, los óxidos tetravalentes - comprenden la sílice unicamente, el óxido bórico basado en este concepto fue colocado por Seger en el tercer grupo pero fue movido a la segunda columna por Singer (1910) apareciendo ahora en la de los elementos trivalentes al lado de la alumina.

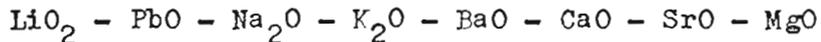
Tomando el concepto original de Seger todos los modifi-

cadores de la estructura estarán en la primera columna, los formadores en la tercera y los co-formadores en el centro.

Las bases "modificadores" invariablemente actúan como fundentes. El óxido bórico también actúa como fundente. El sílice incrementa el punto de fusión al igual que la alumina. Además este óxido hace que el vidrio sea más viscoso y no corra sobre la pieza y evita la formación de cristales por lo que no es usado cuando se desea su aparición.

La acción fundente de los óxidos monovalentes es mayor mientras más pequeño es el catión.

La siguiente es una agrupación de algunos óxidos según su poder fundente en orden descendente:



Reemplazando sílice por óxido bórico baja el punto de fusión y si se introduce un mayor número de bases se obtiene un punto aun menor. Entonces en la práctica los barnices empiezan a ser un poco más complicados que los vidrios en los que usualmente contienen menos óxidos. Además que por estar presente como una fina película sobre el cuerpo de la pieza, sus reacciones con ésta y las inclusiones de materiales no vítreos hace más complejo su estudio.

Estos óxidos son la base para el vidrio, existiendo otros que usados en menor cantidad dan los diferentes colores y de los que hablaremos más adelante.

Como veremos en la descripción cada cual tiene una contribución en el barniz, y podemos decir que el único indispensable y que por lo tanto encontramos en todos los barnices es el sílice.

Sílice; es el óxido principal; en barnices de baja temperatura (1050°C ó menos), el contenido de sílice es 2 partes por 1 de los otros ingredientes y en barnices de alta temperatura (1250°C ó más) es de 3 ó 4 partes por una.

El sílice da a los barnices dureza y estabilidad química.

ca, por lo que es deseable tener el máximo contenido de este óxido en los barnices. Tiene además en estado vitreo un bajo coeficiente de expansión.

No tiene propiedades no deseables, excepto que el exceso de sílice puede ocasionar que el barniz no madure a la temperatura deseada o puede también propiciar la formación de cristales en el enfriamiento.

Alumina; es usada en pequeñas cantidades por su alto punto de fusión (2040°C). La alumina además de la viscosidad que da al barniz y de que impide la formación de cristales durante el enfriamiento, ayuda a la durabilidad y dureza del vidrio. Por su alto punto de fusión si es puesta arriba de la cantidad debida - en el barniz, según la temperatura de madurez da cierta opacidad y tono mate.

Oxido de Sodio; muy activo químicamente y su principal función es como fundente. La presencia de este óxido añade brillo a los colores. Hay desventaja de que tiene un alto coeficiente de expansión, lo que ocasiona que barnices con alto contenido de Na_2O se resquebrajen en la mayoría de los cuerpos cerámicos, además tiene poca dureza y es algo soluble en los ácidos.

Usado en cantidades moderadas y en combinación con otros fundentes es muy utilizado en un amplio rango de temperaturas.

Oxido de Potasio; tiene este óxido las mismas desventajas y ventajas que el anterior. Con la excepción de modificar algunos colores.

Oxido de plomo; es usado en barnices como fundente. - Silica y óxido de plomo dan un buen barniz, el cual es muy utilizado en la cerámica mexicana.

El óxido de plomo tiene un bajo punto de fusión y da un efecto favorable a los colores y produce un vidrio brillante y claro y con un bajo coeficiente de expansión lo que hace posible que el barniz se adhiera a el cuerpo cerámico sin romperse.

Además es factible por la adición de agentes, hacerlo

transparente, brillante, opaco, mate, texturizado.

En contraste con estas ventajas, los barnices de plomo tienen algunas desventajas y limitaciones: la primera de ellas es el óxido de plomo, se volatiliza alrededor de los 1200°C y por es ta razón sólo son usados hasta el cono 6.

Otra seria desventaja es que como materia prima el óxi- do de plomo es venenoso y sus síntomas son difíciles de curar, a- demás que una vez ingerido ya sea oliendo sus vapores o polvos o a través de cortadas en la piel, tiende a permanecer en el orga- nismo acumulándose en él al pasar del tiempo hasta llegar a lími- tes muy peligrosos, razón que ha hecho prohibir su uso como mate- ria prima en Inglaterra. Se le usa en fritas con sílica que no - son venenosas cuando se quiere eliminar esta desventaja y peligro.

El más serio problema en el uso del óxido de plomo es - el que se presenta por su solubilidad en los ácidos cuando forma parte del barniz.

El peligro viene de el impropio uso de este material, ya sea por el total contenido o por que fueron quemados abajo - de su temperatura de madurez. Ambos problemas que se presentan en la cerámica mexicana son la causa de la prohibición de entra- da a los mercados de EE. UU. e Inglaterra de loza de mesa.

Este peligro puede ser evitado si el total de sílica - son 3 moles por uno de PbO , por lo menos e incluyendo varios óxi- dos de los grupos RO y R_2O y tanta alumina como sea posible. Ade- más los barnices usados en loza de mesa deberían ser quemados - por lo menos al cono 04.

Por otro lado, circunstancias que parece incrementan la solubilidad del plomo son: el quemar en la atmósfera dada por los hornos eléctricos, el óxido de cobre usado como colorante, y el á cido bórico cuando es usado en la técnica Raku, además de los ya mencionados antes.

En la segunda parte de este capítulo hablaremos del pro- blema de la contaminación por plomo en la loza mexicana.

Oxido de Calcio; usado muy ampliamente como fundente - por su bajo costo y buenas propiedades que da a los barnices, ya que incrementa la durabilidad y dureza del vidrio.

En barnices de alto punto de fusión es el principal - fundente y no tiene mucho efecto sobre los colores.

Cuando es usado en grandes cantidades puede producir - barnices con superficie rugosa, mate con poca claridad, debiéndose se ésto a la alta refractoriedad del material (punto de fusión - 2572°C).

Oxido de Bario; tiene casi la misma función que el de calcio y es usado para producir superficies mate en barnices de bajo contenido de Boro.

Oxido de Magnesio; es usado como fundente en barnices de alta temperatura. Puede dar superficies suaves, opacas y agradables al tacto y cuando el óxido de cobalto es utilizado, da un color morado que a muy altas temperaturas puede estar moteado - con puntos rosas y rojos.

Oxido de Zinc; usado como fundente en barnices de media y alta temperatura y generalmente utilizado en barnices arriba del cono Ol, ya que abajo no actua como fundente.

En Inglaterra se le ha usado en sustitución del plomo en los barnices "Bristol" en donde es utilizado como principal fundente además de calcio, magnesio y bario que entran como auxiliares.

Es usado en pequeñas cantidades ya que causa algunos problemas como por ejemplo, hacer aparecer en el barniz diminutos poros. También afecta a algunos óxidos colorantes como los de fierro, cobre y cromo. Usado con el estaño tiende a producir tonos rosados o cafés. Por último con el titanio promueve el desarrollo de cristales.

Oxido de Estroncio; es poco usado por ser muy similar al de calcio y más caro que él. La única ventaja es la de ser más fuerte como fundente.

Oxido de Antimonio; es usado como opacificante, pero no es superior al estaño o al de zircón por lo que sólo se utiliza en barnices con plomo para dar el Amarillo de Nápoles.

Oxido de Litio; es muy poco usado por su costo y muy similar a los óxidos de sodio y potasio sólo que tiene un coeficiente de expansión más bajo.

Oxido de Boro; es un fundente fuerte comparable a los de plomo o sodio. Como hay sólo un mineral insoluble que lo contiene es usado en forma de frita y tiene la ventaja que puede ser utilizado desde barnices de más baja temperatura a los de más alta y además su coeficiente de expansión es muy bajo. Junto con el óxido de plomo es muy usado en la loza de mesa, obteniéndose así barnices brillantes y resistentes a los cambios de temperatura.

La mayoría de estos óxidos son obtenidos de la fusión de minerales que contiene el metal y que son más baratos que el óxido puro.

Aproximadamente 21 minerales son usados:

1. Arena (Silic^o) SiO₂
2. Arcillas Al₂O₃ · SiO₂ · 2H₂O
3. Feldespatos

Ortoclase	K ₂ O	.Al ₂ O ₃	.65SiO ₂
Albita	Na ₂ O	.Al ₂ O ₃	.6SiO ₂
Anortita	CaO	.Al ₂ O ₃	.2SiO ₂
Spodumene	Li ₂ O	.Al ₂ O ₃	.4SiO ₂

En grado comercial

0.74 K ₂ O	Al ₂ O ₃	1.026	6.34	SiO ₂
0.26 Na ₂ O				

4. Carbonato de Calcio CaCO₃
5. Carbonato de Magnesio MgCO₃
6. Dolmita CaCO₃ · MgCO₃
7. Carbonato de Bario BaCO₃
8. Talco 3MgO · 4SiO₂ · H₂O
9. Carbonato de Estroncio SrCO₃

10. Colemanita	$2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
11. Monóxido de Plomo	PbO
12. Plomo Blanco	$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$
13. Óxido de Plomo Rojo	Pb_3O_4
14. Óxido de Zinc	ZnO
15. Óxido de Antimonio	SbO
16. Soda ash Carbonato de sodio	Na_2CO_3
17. Bon ash o Fosfato - Tricálcico	$4\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaCO}_3$
18. Criolita	Na_3AlF_6
19. Lepidolita	$(\text{HO}_2\text{F})_2\text{KLiAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$
20. Spodumene	$\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$
21. Carbonato de Litio	Li_2CO_3
22. Fluospar	CaF_2
24. Carbonato de Potasio.	K_2CO_3
25. Borax	$(\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$

Estos materiales son obtenidos y usados en polvo fino (200 mallas es el tamaño más comun). Algunos como la Silica, Fel despato y talcos son minerales naturales que han sido purificados y molidos y otros son el resultado de ciertos procesos químicos. Por otra parte los materiales insolubles son usados directamente en los barnices y los minerales solubles en forma de fritas.

Con excepción de los compuestos de plomo y Bario los o tros minerales no son venenosos y unicamente debe tenerse cuidado con el polvo de Sílice que puede ocasionar la enfermedad respiratoria llamada Silicosis.

Describiremos a continuación algunas características de los materiales más usados:

Arena (Sílice), es la principal fuente de SiO_2 , es una variedad de cuarzo que se presenta en diversos colores y puede ser usada en cualquiera de sus variedades cristalinas.

Arcilla; se le usa como fuente de alumina y contribuye a las propiedades deseadas en el barniz para su aplicación. Los caolines son la variedad más usada por su bajo contenido de fierro y cuando más de un 18% es requerido, se puede usar arcilla calcinada, lo cual reduce el encogimiento.

Feldespatos; es muy importante material usado en casi todos los barnices y en los de alta temperatura son el principal fundente pues son una fuente importante de sodio y potasio en un material insoluble.

Los barnices con muy alto contenido de feldespatos tienen la tendencia a quebrarse por su contenido de sodio y potasio y dan una pequeña apariencia lechosa opaca, como alguna de la cerámica china.

Talco; es usado como fuente de magnesio cuando se desea sílice y magnesio.

Colemanita; es la única fuente de Boro insoluble en agua. No es usado en barnices comerciales porque su composición

es variable y cuando es usada como principal fundente da al barniz una textura especial.

Plomo Blanco; es la fuente de plomo mejor, debido a su pureza y a su fino tamaño de partícula.

Oxido de Plomo rojo; es la fuente de plomo más barata, pero no es muy usado debido a su tamaño de partícula y a su color además que no funde tan rápido como el blanco. Es utilizado en la preparación de fritas.

Los carbonatos de calcio y magnesio así como el oxido de zinc son usados como fuentes de los respectivos metales y el carbonato de potasio, nitrato de potasio y borax como son materiales solubles se utilizan como fuente de potasio y boro respectivamente en la fabricación de fritas.

C. Tipos de Barniz.

Pueden clasificarse los barnices según su temperatura de maduración o de los materiales que los constituyen principalmente, características que van muy unidas. La siguiente es una clasificación que abarca estos dos puntos así como el tipo de cerámica sobre la que se aplican:

1. Alcalinos de baja temperatura.

Son en los que se usan los alcalis como sodio, potasio o litio más ampliamente que el plomo o el borax como fundentes.

Sus principales características son:

- a) Tienen brillo y la tendencia a conservar la aparición del vidriado.
- b) Son suaves y se rayan con facilidad.
- c) Tienen tendencia a cuartearse por su alto coeficiente de dilatación.
- d) Añaden brillantez al color cuando éste es usado.
- e) Pueden ser brillantes u opacos, depende de los otros óxidos usados.

Los materiales más utilizados como fundentes son los -

carbonatos de sodio y potasio pero como son sustancias solubles se les usa generalmente para la fabricación de fritas, forma en la que son añadidos al barniz, pues los feldespatos que son la única fuente de Na y K insolubles no se utilizan para bajas temperaturas por su contenido de SiO_2 y Al_3O_2 .

El contenido máximo de estos óxidos para un buen resultado no debe de ser mayor de 0.7 equivalentes cuando se usa el método de suma de óxidos básicos igual a uno en la formulación.

En este tipo de barniz si el contenido de Al_2O_3 es muy bajo ocasiona escurrimiento en las paredes, lo cual puede ser un defecto o una característica más si se le usa adecuadamente.

El contenido de sodio y potasio favorece a ciertos colores: Con cobre se obtienen verdes azulosos, turquesa o azules. Con cobalto se logra un azul intenso. Con fierro diferentes tonos de café. Con manganeso se obtiene morados y violetas.

2. Barnices de Plomo.

Son muy usados entre los conos 012 y 6, pues presentan varias ventajas como son:

- a) Son fáciles de controlar.
- b) Presentan un colorido agradable y son durables.

Es el tipo de barniz más usado en la alfarería mexicana, el transparente sobre arcilla roja es el que da el color café rojizo característico de las piezas.

El óxido de Plomo a 886°C . funde y al enfriarse forma vidrio aunque muy suave por lo que se le usa con otros óxidos. En barnices de baja temperatura el contenido óxido deberá ser cercano al de los óxidos de forma RO, para barnices del cono 3 ó 4 el total usado es de aproximadamente 0.3 equivalentes y arriba del cono 6 empieza a volatilizarse dando la apariencia al barniz de no haber llegado a su temperatura de madurez, en general en este tipo de barnices es más usado el Feldespato que el Plomo.

Los barnices de Plomo quemados arriba del Cono 01 dan

buen servicio y son relativamente durables y aunque lo son menos que los de Stoneware o porcelana su facilidad de trabajo y gama de colores los hace muy usados.

Las principales tonalidades y colores son:

Mates por la adición de Bario o Alumina. Con cobre se obtiene el verde y turquesa. Con Cobalto azul. Con Manganeso un morado con tonalidad café. Con Fierro cafés y café rojizo, así como ambar y color miel. Cuando el Plomo se usa al lado del Estaño da el fondo crema característico de la decoración de la mayolica y son usados como base para colores sólidos. En fuego de reducción dan colores grises o negros lustrosos. Son quemados evitando el contacto directo con la flama para prevenir la formación de burbujas o de ampollas.

Al lado de estas características presentan algunas desventajas:

- a) Son solubles a los ácidos y como materia prima el óxido de plomo es venenoso.
- b) Son suaves por lo que se rayan con facilidad.
- c) En piezas viejas se descomponen.

3. Barnices que contienen Boro.

El óxido de Boro funde a 600°C y es usado como principal fundente en este tipo de barniz. Como sólo un mineral que lo contiene es insoluble (Colemanita) es introducido en la mezcla - en forma de frita. Combinado este óxido con los de Sodio y Plomo se producen barnices muy fluidos.

La respuesta de los colores en barnices con alto contenido de B_2O_3 es fuerte, así el Cobre en un barniz de este tipo da un turquesa muy brillante. El B_2O_3 puede dar una opacidad cremosa la cual es el resultado de las propiedades ópticas del vidrio y cuando hay trazas de Fe este barniz puede dar una tonalidad azulosa, esta tendencia puede ser explotada por la adición - de pequeñas cantidades de óxidos colorantes (Cu Fe o Rutilo) dando interesantes efectos en la superficie del barniz.

Cuando el contenido de Boro es alto hay la tendencia a

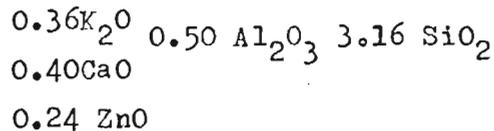
hervir durante el proceso de fusión quedando la superficie moteada o porosa, estas texturas son favorecidas con la presencia de Rutilo y Zinc.

Por último diremos que los barnices con Plomo y Boro son los usados en la loza de mesa de producción industrial.

4. Barnices Bristol.

Este tipo de barniz fue desarrollado en Inglaterra para substituir al barniz con plomo. Se usa como principal fundente el Zinc y son usados entre los conos 2 y 6.

Una fórmula de un barniz típico brillante, cono 3 a 4 (1145-1165°C) es:



Los barnices bristol son más opacos y tienen menos tendencia a correr sobre la pieza que los de plomo y no son tan brillantes y suaves.

El alto contenido de Zinc hace que se presenten posibles rupturas en el barniz si este es usado como materia prima y como es más viscoso y pastoso ya fundido es fácil que se ocasionen pequeños poros y hoyos al final de la quema.

Por estos problemas y porque el óxido de plomo en fritas fue comercializado, este tipo de barnices cayó en desuso.

5- Barnices de Stoneware y porcelana.

Los barnices usados arriba de los conos 6 ó 7 pueden llamarse de Stoneware o porcelana, dependiendo del tipo de pasta sobre el que son aplicados.

Los de porcelana son considerados aquellos que son hechos con feldespato y óxido de calcio como principales fundentes y son quemados al cono 9 ó arriba de él, son lisos, claros y brillantes. Su composición química es más simple que los de baja temperatura pues el rango de fusión de los Feldespatos está entre los conos 9 y 10 por lo que no son necesarios más fundentes

y como algunas pastas están cercanas en composición a el barniz se obtienen buenos resultados con la adición a estos de Feldespato y óxido de calcio.

Los barnices de alta temperatura con contenidos de óxido de Calcio entre 0.5 y 0.7 equivalentes son transparentes y brillantes.

En barnices de este tipo pueden producirse en fuego reductor, los rojos de cobre.

En barnices con un alto contenido de Mg tienen superficies lisas y opacas y pueden presentar pequeños hoyos por lo - compacto del barniz y si son quemados arriba de su temperatura - se vuelven transparentes. Otro tipo son los de alto contenido de Zn que presentan áreas con apariencia de azúcar y superficies lisas en la misma pieza.

En general los barnices de alta temperatura pasan a - formar parte de la pieza y no se distingue separación ya que la superficie se funde con el barniz.

En barnices de alta temperatura los colores no tienen tanta vivacidad como en los alcalinos por eso podemos observar los colores suaves característicos de algunos tipos de porcelana.

6. Barnices en frita.

Una frita es un vidrio o un conjunto de óxidos que ha sido fundido y molido para ser usado como barniz o como un elemento mas del barniz.

Son usados cuando se quiere tener óxidos como Na_2O , - K_2O y B_2O_3 en formas insolubles pues como hemos visto existen - pocos minerales que los contengan y que sean insolubles y para manejo de óxidos de plomo y Bario que pueden ser peligrosos para - la salud.

D. Texturas y efectos especiales.

Además de los colores pueden ser obtenidos los efectos de texturas y otros en la superficie del barniz.

Primero hablaremos de las propiedades ópticas del barniz y diremos que los barnices pueden ser mate o brillantes y opacos u opalescentes o transparentes.

La opalescencia puede lograrse:

- a) Con partículas no fundidas usándose óxidos de Zinc y Estaño para este tipo.
- b) Mezclando barnices con diferentes índices de refracción.
- c) Mediante el desarrollo de cristales para lo cual son usados Rutilo y Zinc.

El acabado mate puede lograrse por:

- a) Quema incompleta.
- b) Incremento en la Alumina
- c) Incremento en la Silica para lograr la devitrificación durante el enfriamiento.
- d) Incremento de los óxidos de calcio y magnesio.
- e) Incluyendo óxido de Bario (arriba de 2 equivalentes)

Otros efectos pueden lograrse con tipos de barnices como son:

- a) Lustres o efectos metálicos
- b) Barniz salino
- c) Barnices de arcillas
- d) Barnices de cenizas
- e) Barnices cristalinos
- f) Barnices "Crakle"
- g) Rojos
- h) Tipo Raku

E. Preparación del Barniz.

Hemos hablado de los diferentes constituyentes del barniz, así como de las materias primas que se utilizan en su fabricación, ahora empezaremos a hablar de como estos materiales son preparados para dar un buen servicio.

Los materiales son mezclados y aglutinados con agua en una pasta posible de trabajar por algunos de los métodos de apli

cación mencionados en las siguientes páginas.

Los puntos más importantes en la preparación de barnices son:

a) Mezclado y tamaño de partícula.

En general los materiales usados en la artesanía son vendidos a 200 mallas pudiendo mezclarse o con molinos de bolas, morteros, tamises de 30 ó 60 mallas etc. Un tamaño pequeño de partícula y una buena mezcla ayudan a la fusión por el contacto íntimo entre los materiales.

b) Proporción de agua.

Esta dependerá del tipo de pasta sobre la que será aplicado, el tipo de ingredientes que componen al barniz, el método de aplicación y el grueso de la capa que se desee, pero en general deberá ser la suficiente para formar una pasta de la consistencia de la crema o pinturas comerciales.

c) Uso de flotativos, gamas y floculantes.

Como algunos materiales pesados tenderían a irse rápidamente a la base del barniz, se añaden agentes que los mantengan en suspensión, uno de ellos son las arcillas y si no hay en la fórmula se añade Bentonita o alguna goma que actúen como flotativos. Las gomas como la de tragacanto o arábiga, son añadidas a los barnices para hacer que cuando se seque quede bien adherido a el cuerpo antes de ser quemado, pudiendo ocasionar burbujas que se revienten durante la quema por lo cual para prevenir esto se agregan unas gotas de Formol.

Por último cuando se barniza sobre superficies no porosas es necesario un barniz denso que se adhiera bien a la pieza lo cual es logrado por la acción de floculantes como el Sulfato de Aluminio o Magnesio (aproximadamente 1%).

F. Métodos de aplicación.

1. A pincel
2. Por inmersión.
3. Con atomizador.
4. Vertiendo el barniz sobre la pieza.

Dependiendo el tipo de pieza, el tamaño del taller o el número de piezas a decorar se usa una u otra técnica y en ocasiones varias de ellas para lograr efectos especiales en la decoración.

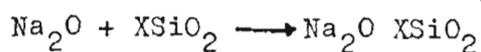
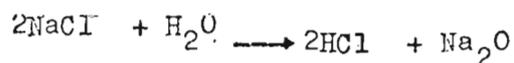
Un punto importante en la aplicación de barniz es el espesor de la capa de barniz el cual es regulado por el volumen usado por cm^2 de superficie o por la traslucidez que puede verse en el aspecto de la decoración bajo barniz.

La tabla No. 10 nos da una idea de como estimar el espesor de la capa:

Tabla No. 10 Espesor de la capa de barniz. (I)

Tipo de Barniz	Volumen ₂ del baño C.C./cm ² de Sup.	Espesor del Barniz Seco m m	Espesor del Barniz quemado m m
Transparentes	0.1	0.6	0.3
Opacos	0.2	1.2	0.6
Mate	0.2	1.2	0.6
Cristalinos	0.3	2.0	1.0
Ecurridizos	0.3	2.0	1.0

Otros puntos importantes son la obtención de zonas desprovistas de barniz lo que se hace limpiando con esponja el barniz o colocando parafina en las zonas que se quiera y la aplicación por vapores de barniz, lo cual puede lograrse barnizando el recipiente que contiene la pieza o lo más comun que es agregar al horno caliente sal, la cual al evaporarse se combina con el cuerpo de la pieza. Este tipo de decoración da una suave textura pero está reservado para la cerámica de alta temperatura, pues la vaporización se lleva a cabo en temperaturas c-7 (1200°C). Las reacciones que se llevan a cabo son las siguientes:



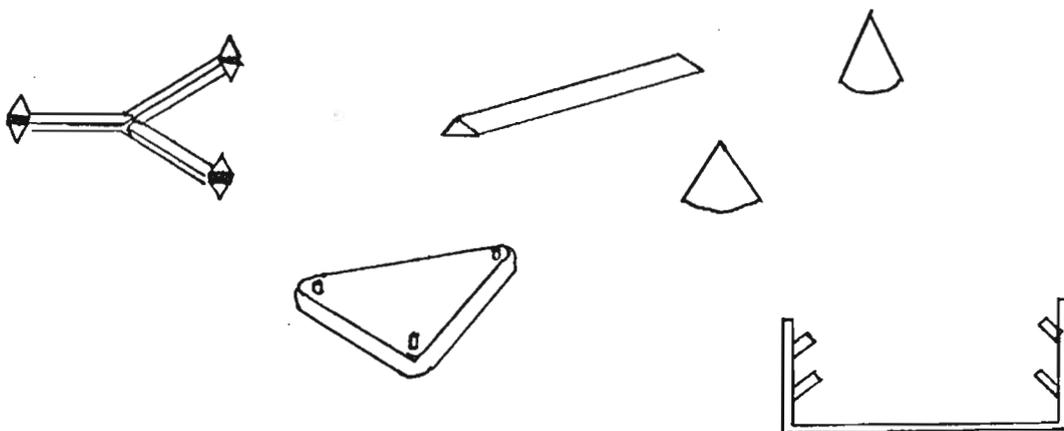
Ref. F.H.Norton, Cerámica para el artista alfarero. C.E.C.S.A. México, D.F., 1972. p.151.

G. Quema del barniz.

El primer paso para la quema de barnices es la colocación de las piezas en el horno, operación en la que se debe cuidar el manejo de ellas para evitar contaminar la capa de barniz, con respecto al horno se le limpia, a fin de que las partículas de polvo no contaminen los barnices. Un punto importante es la estiba de las piezas en horno según las diferentes zonas de temperatura, las cuales son conocidas por el alfarero. Para la estiba en el horno se usan placas refractarias que hacen las veces de charolas y pequeños zancos, los cuales sostienen sobre puntos las piezas para que no se note en el terminado.

Fig. No. 50

Algunas piezas usadas para soportar las piezas durante el quemado.



Por último se colocan los conos en uno o varios lugares del horno en donde puedan ser bien observados.

Después de cargado el horno se procede a la quema del barniz, proceso en que las dos variables, tiempo y temperatura son importantes pues no sólo de la temperatura depende la madurez de un barniz sino también del tiempo.

Las técnicas usadas varían, pero en general las primeras etapas de elevación de temperaturas son lentas y oscilan en-

tre los 50 y 100°C por hora y es en esta etapa en donde captamos otro aspecto de los costos de producción entre los artesanos, ya que casi en ningún caso se usan los pirómetros para el control de temperatura, lo cual ocasiona el tener que accionar los quemadores no siempre en el punto de mejor combustión, lo que eleva el consumo de combustible.

Cuando la temperatura del horno está cerca de la maduración, la velocidad de calentamiento se reduce para permitir que escapen todos los gases, ésto se hace dando 20 minutos o más entre el doblado de cada cono (3 ó 4 conos abajo de la temperatura de madurez) y cuando es alcanzada la temperatura de madurez se deja estable por aproximadamente media hora para terminar o asegurar la fusión y la homogeneidad de la superficie. Después de ésto da comienzo el enfriamiento que puede lograrse cerrando la chimenea y apagando los quemadores o si estamos trabajando a alta temperatura sólo bajando la cantidad de combustible para prevenir un rápido enfriamiento durante los primeros 100°C, después puede incrementarse la velocidad, cuidando el paso de rojo a negro, pues es aquí donde pueden producirse roturas en las piezas.

En general el tiempo de enfriamiento es casi igual al de calentamiento, pero en muchos lugares es más lento cuando no se requiere del uso del horno, dejándolo apagado durante la noche y abriéndolo a la mañana siguiente.

El ciclo de quema descrito antes sería el usado en la loza comun, habiendo otros barnices que requieren otro tipo de ciclo como pueden ser los de reducción.

En los barnices de reducción la gama de colores es menor, pero aun así hay gran variedad de efectos y texturas que se pueden obtener.

Los ciclos de quema de estos barnices dependen del horno, el tipo de barniz y los efectos, pero hay ciertas reglas generales que deben observarse:

1. La primera parte del fuego, por lo menos a 800°C, deberá ser oxidante para permitir al carbono de la pasta quemar-

se, pues si se deposita en los poros puede causar ampollas o efectos ahumados por un exceso de carbón.

2. Para una buena reducción en la arcilla puede ser comenzada a 800°C ya que esto permitirá la reducción del óxido de fierro.

3. Una reducción suave es necesaria de los 800°C hasta el final, ya que una fuerte reducción puede ocasionar que se ampolle el barniz o aparición de pequeños hoyitos.

4. El ciclo debe ser lento en especial al final del calentamiento, para dar tiempo a una reducción buena, obteniéndose así el desarrollo completo de los colores y texturas.

5. Algun incremento de la reducción es necesario hacia el final del fuego, pero no lo es que el fuego tenga mucho humo.

6. Un período de temperatura constante debe mantenerse al final de la quema.

7. En el enfriamiento el horno debe estar bien cerrado para prevenir la oxidación por la entrada del aire.

Otra técnica en el ciclo de quema es la llamada "Raku" en la cual después de barnizada la pieza es puesta en el horno precalentado al rojo, cerrado éste se llega a la temperatura de madurez que generalmente oscila entre el cono 08 y cuando todas las burbujas han desaparecido son sacadas las piezas del horno y dejadas enfriar rápidamente en un recipiente de ladrillo cerrado o si se quiere la reducción son colocadas dentro de un recipiente con aserrín, pedazos de papel o algún tipo de fibra orgánica, la cual al contacto con el cuerpo caliente quema, produciendo una atmósfera fuertemente reductora.

El shock térmico hace que el barniz se estrelle dando texturas especiales y cuando la reducción se hace, los depósitos de carbón en las ranuras logran efectos especiales.

Nos ha parecido de importancia incluir esta última técnica por ser muy similar al proceso de decoración usado en Rio Blanco, Oaxaca, en donde las piezas sin barnizar son quemadas como loza comun, pero son retiradas calientes y así se las pone en

ciertos lugares una resina que al contacto con el cuerpo ocasiona la reducci3n de 6ste, dando lugar a dise1nos muy caracterfsticos.

La temperatura de madurez como ya hemos dicho depender6 de la composici3n del barniz, tema que ser6 tratado en las siguientes p6ginas.

H. Formulaci3n de Barnices.

Varias convenciones se usan para el trabajo de barnices.

F3rmula Empf3rica; es un m6todo de representar un barniz fundido en t6rminos de cantidades relativas de los 3xidos presentes.

Grupos de Oxidos:

RO	R_2O_3	RO_2
PbO		
Na_2O	Al_2O_3	SiO_2
K_2O	B_2O_3	
ZnO		
CaO		
MgO		
SrO		
BaO		
Li_2O		

El primer grupo RO son 3xidos b6sicos los cuales actúan como fundentes de la Silica que es un 3xido 6cido y la alumina un 3xido neutro.

F3rmula Unidad; es una f3rmula empf3rica en la que por convenci3n se hacen los 3xidos b6sicos igual a uno.

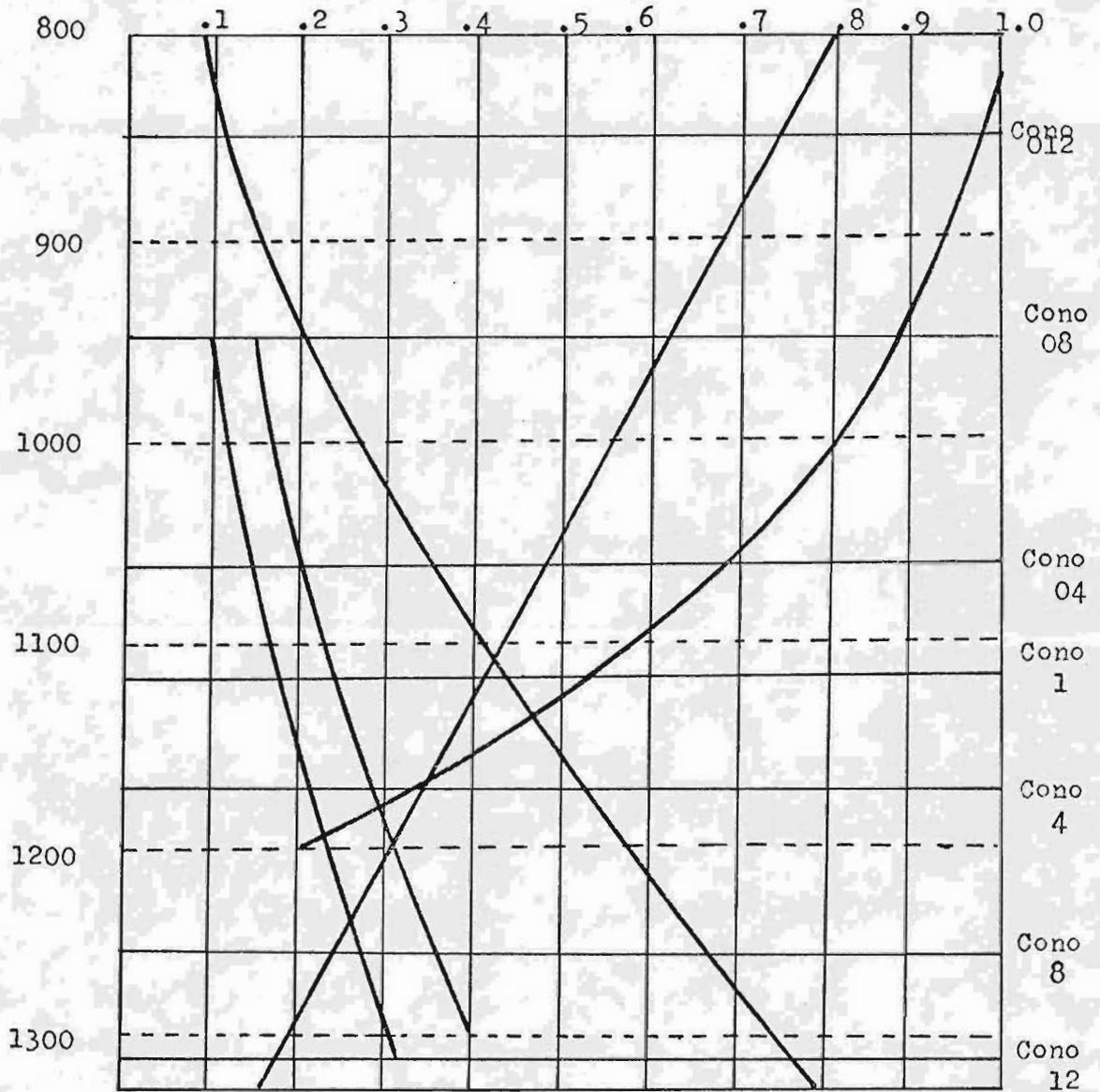
Para pasar de una f3rmula empf3rica a una receta con los materiales que deben mezclarse se hace a traves de sencillos c6lculos estequim6tricos. Una tabla muy completa es la publicada en "Clay and Glazes for de Potter" de Rodhes, p6gs. 130 y 131. En el mismo capf3tulo puede encontrarse la manera de pasar de una receta a una f3rmula empf3rica cambiando un material por otro conservando la misma proporci3n.

Fig.No.5.2.

Cantidades aproximadas de Óxidos fundentes en barnices

Temperatura
de madurez

Equivalentes

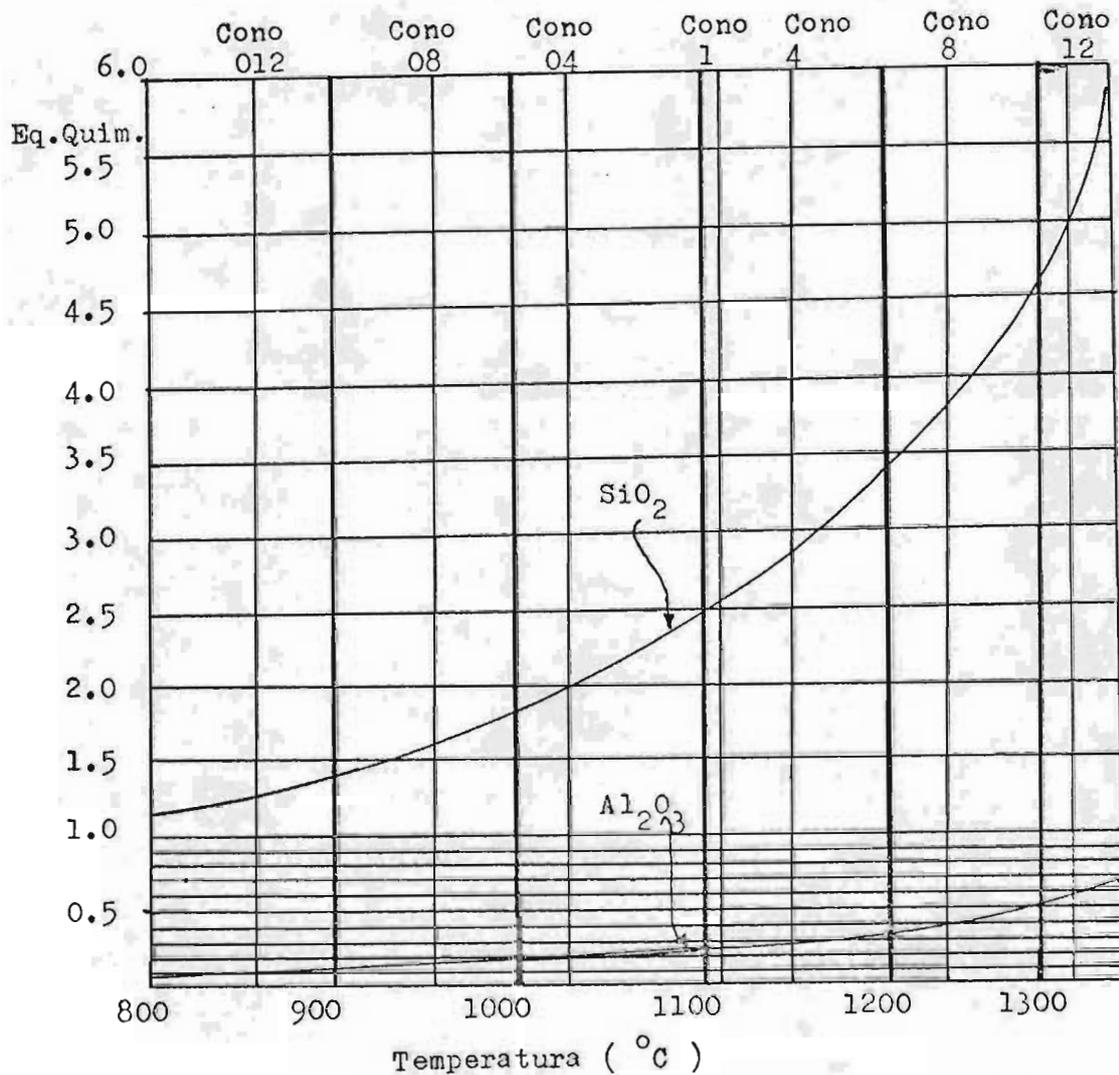


Ref. D.Rhodes, Clay and Glazes for the Potter. Chilton Book Co., New York, 1973. p.166.

Las cantidades de sílice y alúmina son siempre factores críticos en los barnices ya que la proporción de sílice co respecto a los fundentes controla la temperatura y la cantidad de alumina tiene mucha importancia en las cualidades del barniz.

Fig. No. 53

Cantidades de sílice y alúmina presentes en los barnices a diferentes rangos de temperatura.



Ref. D.Rhodes, Clay and Glazes for the Potter. Chilton Book Co., New York, 1973.p.167.

Sílice en exceso haría a un barniz muy refractario y puede causar devitrificación y no suficiente lo haría suave y propenso a estrellarse, por su parte mucha Alúmina hace que sean mates, opacos y no suficiente lo hace correr en las superficies verticales.

Las siguientes fórmulas llamadas fórmulas límite, nos indican el máximo y mínimo de cada óxido en un rango de temperaturas y son usadas como una guía general en la formulación de barnices.

C. 012-08 Barnices de Plomo

PbO	.7-1			
KNaO	0 -.3	Al ₂ O ₃	.05 - .2	SiO ₂ 1 - 1.5
ZnO	0 -.1			
CaO	0 -.2			

C. 08-01 Barnices de plomo

PbO	.7-1			
KNaO	0 -.3	Al ₂ O ₃	.1 -.25	SiO ₂ 1.5-2.0
ZnO	0 -.2			
CaO	0 -.3			

c. 08-04 Barnices alcalinos

PbO	0 -0.5			
KNaO	.4 -.8	Al ₂ O ₃	.05-.25	SiO ₂ 1.5-2.5
CaO	0 -.3			
ZnO	0 -.2			

C. 08-04 Barnices plomo-colemanita

PbO	.2-.6			
KNaO	.1-.25	Al ₂ O ₃	.15-.2	SiO ₂ 1.5-2.5
CaO	.3-.6	B ₂ O ₃		
ZnO	.1-.25			
BaO	0-.15			

C 2 -5 Barnices de plomo

PbO	.4-.6			
CaO	.1-.4	Al ₂ O ₃	.2-28	SiO ₂ 2 - 3

ZnO 0-.25

KNaO .1-.25

C. 2 - 5 Barniz de colemanita

CaO .2-.5

ZnO .1-.25 Al₂O₃ .2 -.28 SiO₂ 2 - 3

BaO .1-.25 B₂O₃ .3 -.6

KnaO .1-.25

C. 2 + 5 Barnices de plomoborosilicato

PbO .2-.3

KNaO .2-.3 Al₂O₃ .25-.35 SiO₂ 2.5 - 3.5

CaO .35-.5 B₂O₃ .2 -. 6

ZnO 0-.1

C.8 - 12 Barnices de Stoneware y porcelana

CaO .4-.7 Al₂O₃ .3-.5 SiO₂ 3 - 5

KNaO .2-.4

MgO 0-.35 B₂O₃ .1-.3

ZnO 0-.3

BaO 0-.3

I. Coefficiente de dilatación y Viscosidad.

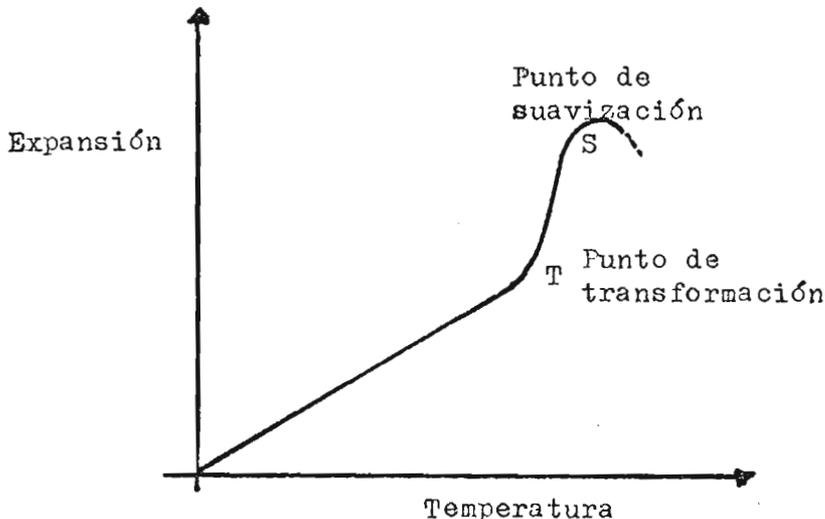
Dos de las más importantes propiedades de los barnices ya que de ellas depende en mucho el obtener un barniz adecuado para el tipo de pieza.

En la comprensión de la habilidad o ajuste de un barniz a la pieza deberá establecerse si éste se encuentra bajo un esfuerzo de tensión o compresión ya que la naturaleza de los materiales cerámicos los hace resistentes al de compresión pero débiles al de tensión así si deseamos que el barniz no se desprenda o se cuartee éste deberá quedar sometido a compresión y no a tensión y la propiedad física de los materiales que determina estas propiedades es el coeficiente de dilatación, el cual depende de su composición. En general varían de 6 a $9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ para barnices.

Los barnices y los vidrios tienen curvas de expansión como la de la figura No. 54

Fig. No. 54.

Curva de expansión para vidrios y barnices.



Ref. W.G. Lawrence, Ceramic Science for the Potter. Chilton Book Co., New York, 1972. p.147.

Una expansión uniforme toma lugar de la temperatura ambiente hasta el punto T el cual es llamado punto de transformación. En este punto la energía térmica es suficiente para romper algunas ligaduras en la estructura vitrea suavizándola y la expansión se hace más rápida de T a S, S es llamado punto de suavi

sación "Softening Point" punto en el que el vidrio puede fluir - bajo su propio peso y es deformado por esfuerzo.

Por otro lado la dilatación del cuerpo depende de el total, proporción y composición de las fases vitreas y cristalinas y como cada fase y tipo de cristal tiene sus propias características sólo puede ser calculado midiéndolo.

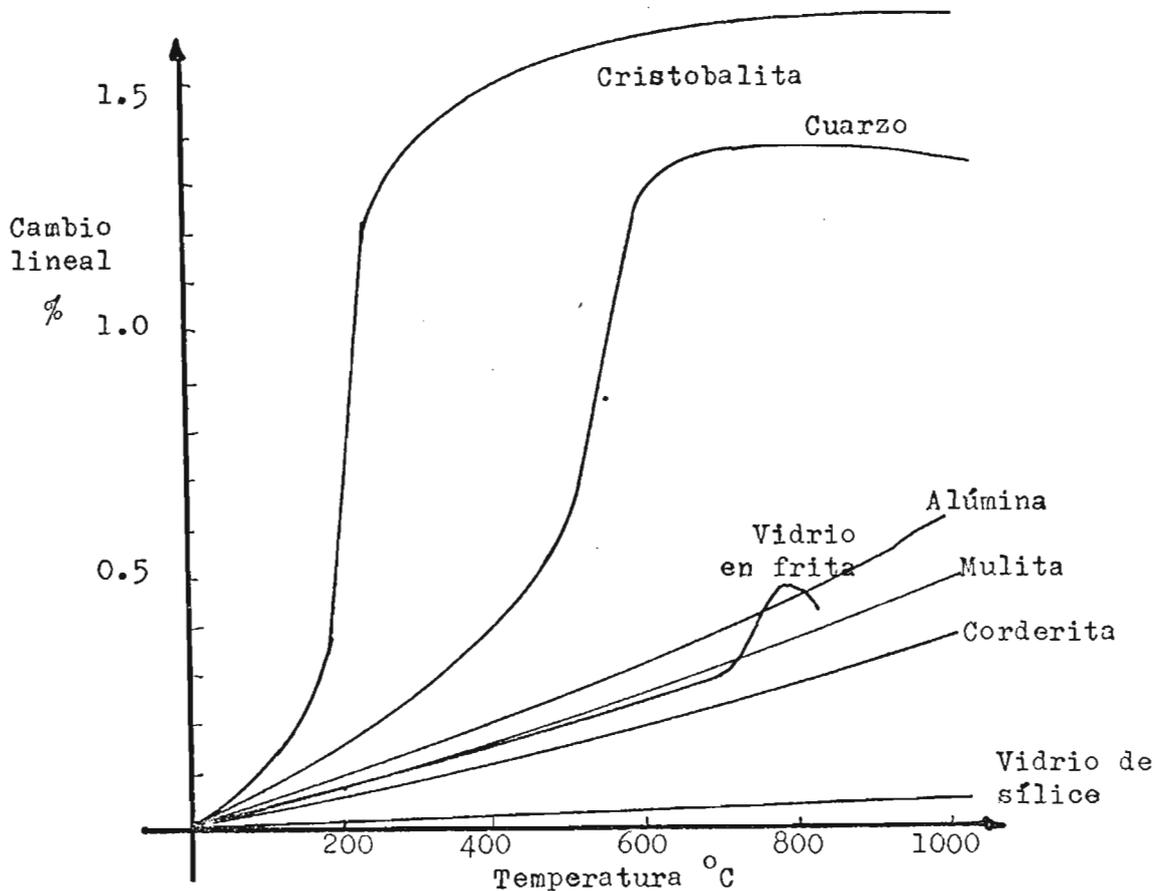
La Tabla no 1 da coeficiente de dilatación para algunos de los materiales cerámicos y la figura No. 55 proporciona una idea clara de como varían con la temperatura.

Tabla No. 11. Coeficientes de expansión para algunos materiales.

Material	Coeficiente de Expansión (α) $\times 10^{-7}$
Caolín calcinado	40-50
"Fire clay" calcinado	48-77
Arcilla de bola calcinada	43-55
Arcilla "Stoneware"	65-75
Cuerpos de pastas blancas:	
Arena Feldespato Arcilla	
30 7 63	65
30 31 39	40
30 49 21	70
Vidrio de sílice fundido	5.5
Cuerpos de corderita	30
Circonio	42
Mullita	45
Alumina	51
Porcelana eléctrica	60
Titanio	70
Steatita	70
Magnesita	127
Cuarzo	130-180

Fig. No. 55

Expansión térmica de algunos materiales cerámicos.



Ref. W.G.Lawrence, Ceramic Science for the Potter. Chilton Book Co., New York, 1972. p.150.

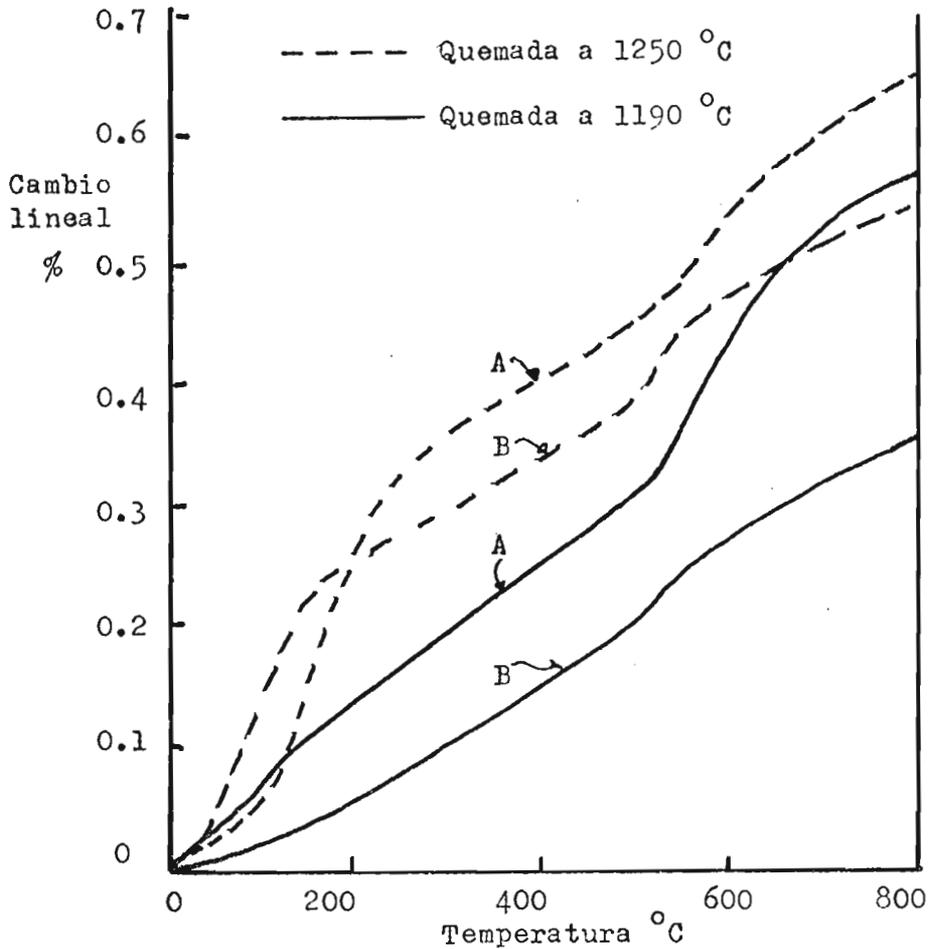
La adición de sílice a un cuerpo podría elevar el coeficiente de dilatación por la alta dilatación del cuarzo y cristobalita, pero si se añade en tamaños muy pequeños de partícula puede entrar en solución en la fase vítrea dando un bajo coeficiente de dilatación.

Los cuerpos de Stoneware tienen un mayor coeficiente de dilatación debido a la presencia de cuarzo libre y la temperatura y tiempo de quemado afecta las cantidades de cuarzo y cristobalita presentes haciendo variar el coeficiente de dilatación.

La gráfica siguiente da un ejemplo comparando una pasta quemada a 1250°C y la misma a 1190°C.

Fig. No. 56.

Curvas de expansión para dos arcillas de bola
A contiene 25% de cuarzo libre y B contiene 10%

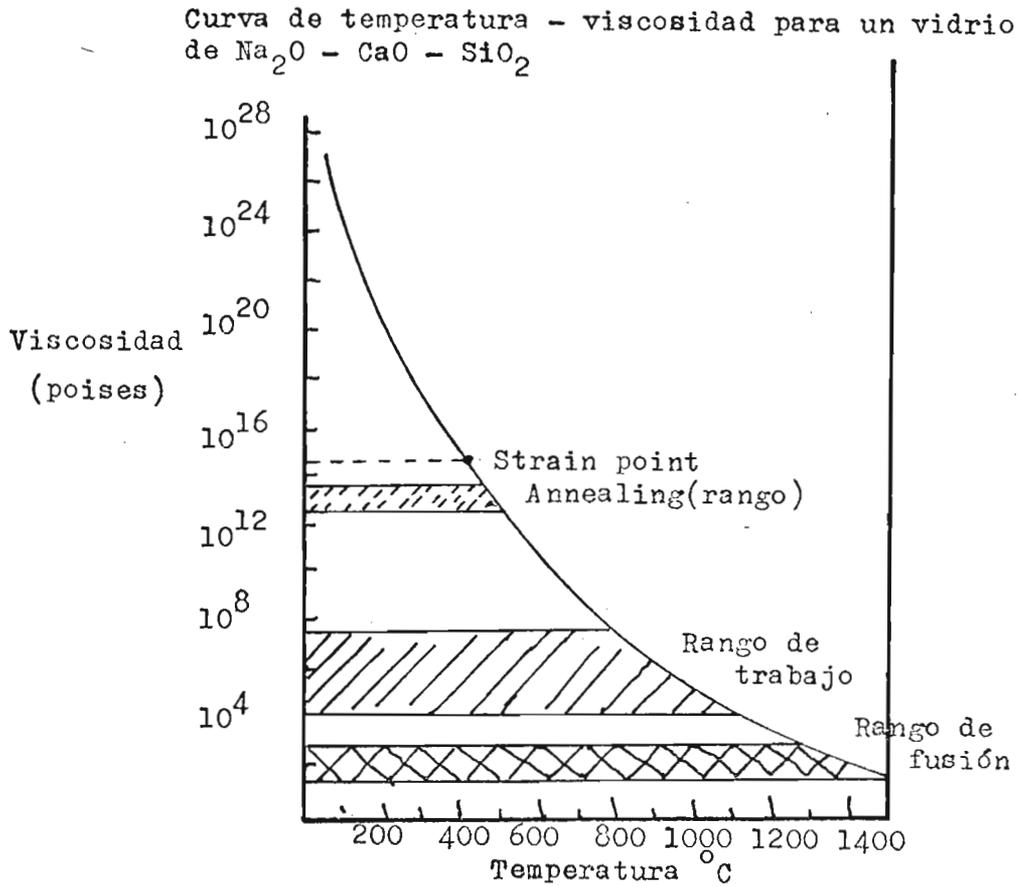


Ref. W.G.Lawrence, Ceramic Science for the Potter. Chilton Book Co., New York, 1972. p.152.

Podemos ahora decir que un vidriado deberá tener un mas bajo coeficiente de dilatación que el cuerpo si queremos un buen a coplamiento entre el barniz y la pieza ya que de esta forma el - barniz se encontrará bajo un esfuerzo de compresión que lo hará - adherirse con mayor fuerza. En el caso de barniz en superficies - internas de bolas o tubos la relación debe ser invertida.

Viscosidad: La curva siguiente nos presenta la característica de los vidrios y aunque en los barnices la temperatura podría ser me nor la forma esencial es la misma.

Fig. No. 57.



Ref. W.G.Lawrence, Ceramic Science for the Potter. Chilton Book Co., New York, 1972. p.148.

Algunos de los puntos importantes son:

	Viscosidad (poises)
Temperatura ambiente	10^{27}
Strain Point	$10^{14.5}$
Annealing Point	$10^{12.5} - 10^{13.6}$
Rango de Trabajo	$10^4 - 10^{7.6}$
Fundido	$10^{1.5} - 10^{2.5}$

Un vidrioado se desarrolla en la superficie de el cuerpo fundiendo los componentes así las características de dilatación - juegan un papel importante durante el proceso de enfriamiento.

El punto donde el vidrio comienza a ser esencialmente rígido se denomina "Strain point" y la contracción abajo de este

punto es la que juega un papel importante en la adherencia, entre 500 y 700°C es el punto donde la mayoría de los barnices alcanzan esta viscosidad.

J. Defectos en los barnices.

Diversos son los problemas que surgen en las piezas barnizadas y no siempre son de fácil corrección, hablaremos de los más comunes:

a) Estrellados y roturas; se deben principalmente a la diferencia de encogimiento entre la pieza y el barniz o a mala limpieza de las piezas.

b) Burbujas; ocasionado por una quema muy rápida quedando aire atrapado.

c) Polvo y suciedad; puede ser cascajo del horno, gases en combustión o polvo del exterior que se fijó durante el manejo de la pieza.

d) Manchas de color; generalmente es ocasionado por impurezas en el barniz que forman óxidos colorantes.

e) Superficies irregulares; puede deberse a una aplicación no uniforme o una mala quema.

f) Cuarteado o agrietado; diferencias entre los coeficientes de expansión del cuerpo y barniz, un barniz llevado a más alta temperatura que la de madurez y la humedad del ambiente que al entrar por los poros causa una hidratación en el barniz, la cual es acompañada por una expansión.

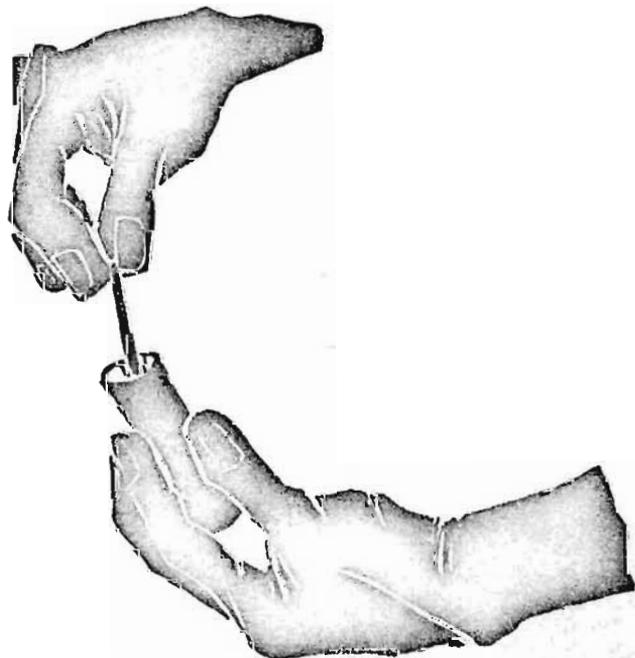
g) Zonas desprovistas de barniz; se debe muy comunmente a mala adherencia del barniz al cuerpo, debido a suciedad en la pieza, barniz con capa refractaria de polvo formada por mala aplicación de un bajo barniz.

h) Ampollas; los barnices de plomo o reducción comunmente tienen este defecto. Puede también ser causado por una capa muy gruesa de barniz o aire atrapado en la superficie del cuerpo.

i) Hoyitos pequeños; causado por aire atrapado en los poros de la loza, por enfriamiento antes de terminar de volatilizarse los gases, exceso de Zn y Rutilo lo propician, así como barnices poco fluidos.

Pero tal vez los problemas mayores se presentan debido a que se rebasó o no se alcanzó la temperatura de madurez, obteniéndose colores y texturas muy diferentes a las del barniz quemado a su temperatura de madurez.

XII - colores



XII COLORES CERAMICOS.

Como ya mencionamos, los anteriores son los óxidos formadores del vidrio y además de éstos, intervienen en mucho menor cantidad otros que son los que dan los colores al barniz.

El color puede definirse, por medición de la luz transmitida o reflejada de una muestra, como intensidad a lo largo del espectro visible con espectrofotómetro.

El espectro visible es una pequeña gama del espectro electromagnético, que va de las 400 a 700 milimicras y se divide - convencionalmente en las siguientes series de colores:

COLOR	LONGITUD DE ONDAS Milimicras
Rojo	700-620
Anaranjado	620-592
Amarillo	592-578
Verde	578-500
Azul	500-450
Violeta	450-400

Cuando la luz pasa por un medio transparente como el vidro parte de ella es absorbida, parte se dispersa por reflexión superficial y el resto lo atraviesa.

Un trozo de vidrio óptico trasmite del orden de un 93% de la luz y su superficie dispersa el 7% restante, con poquísima absorción. Si el vidrio es de color, se producirá una diferencia de absorción en el espectro y la luz emergente será de color.

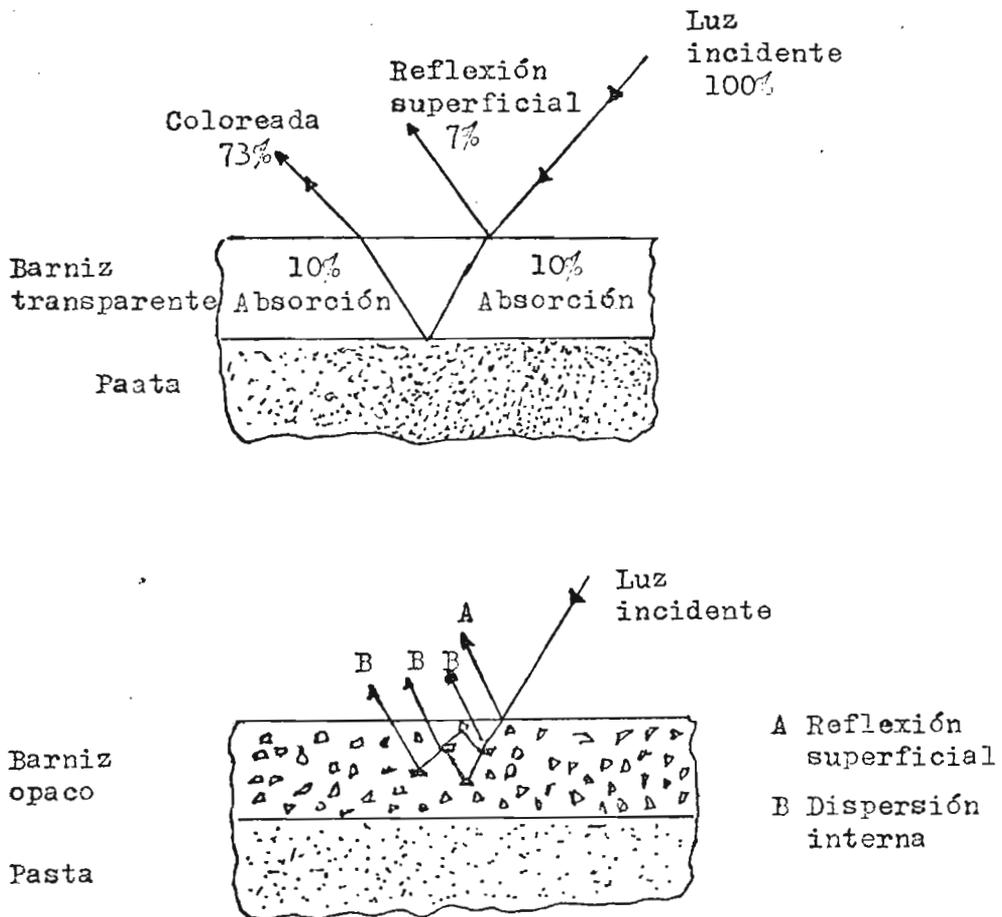
Un rayo de luz puede reflejarse en una superficie. El rayo reflejado forma el mismo ángulo con ésta que el rayo incidente. Si la superficie reflectante es rugosa el rayo reflejado se difunde o dispersa. Unicamente en las reflexiones metálicas, toda la luz procede de la capa superficial. En los sólidos de color hay cierto grado de penetración de la luz bajo dicha superficie y luego una dispersión y reflexión hacia el exterior, pero entretanto habrán quedado absorbidas ciertas regiones del

espectro de modo que la luz que llega al ojo ya no será blanca.

En la Fig. No. 58 vemos la sección transversal de un vidriado claro y la acción de la reflexión y la absorción en el efecto del color el cual queda diluido por la reflexión superficial. Y la sección transversal de un vidriado con cierto grado de opacidad en donde la luz que penetra se difunde a causa de las finas partículas suspendidas en el vidriado.

Fig. No. 58.

Reflexión de la luz en un barniz transparente y en uno con cierto grado de opacidad.

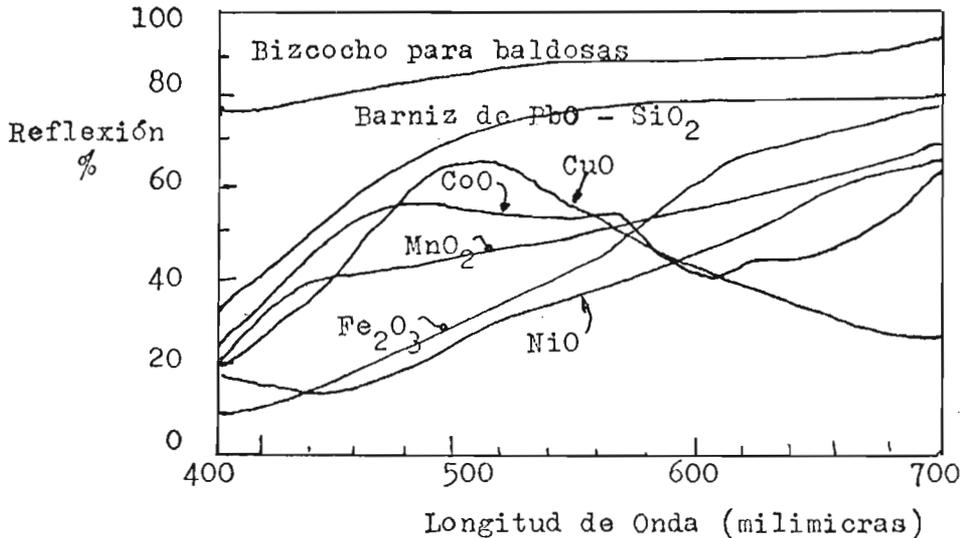


Ref. F. H. Norton, Cerámica Fina. Ediciones Omega, S.A., Barcelona España. 1975. p. 205.

Las curvas como las de la figura obtenida del espectrofotómetro pueden dividirse en especificaciones tricromas de rojo, amarillo, verde y azul, que al combinarse nos recompondrían el color original.

Fig. No. 5 .

Curvas de reflexión de varios vidriados de plomo.



Ref. F.H.Norton, Cerámica Fina. Ediciones Omega, S.A., Barcelona España. 1975. p.206.

Los estímulos tricromos se pueden convertir en las especificaciones monocromáticas: longitud de onda dominante (matiz) saturación (croma), intensidad (brillo). También se mide el color por comparación aunque el método no tiene el rigor ni la exactitud del espectrofotómetro.

Los colores formados por disolución en la fase vítrea ampliamente usados llamados colores en solución son caso parecido al de las soluciones en agua por sales de los elementos de transición cuyos radios iónicos oscilan entre el del sodio 0.98Å y el del silicio 0.39Å y por lo tanto pueden entrar en la red del vidrio en la posición del modificador. Las dos capas externas (M y N) de estos elementos son incompletas lo cual permite una vibración de electrones entre ellas. El átomo o ión absorbe

energía por vibración del conjunto en la banda infraroja (calor), por vibración de los electrones en el ultravioleta y por saltos de electrones en la parte visible de la banda que es la que nos interesa en el estudio del color.

La absorción de la luz en los vidrios que contienen elementos de transición no produce unas líneas de absorción nítidas sino más bien amplias bandas de absorción o regiones. Únicamente en el caso del Co se define dicha estructura. Ello se debe a que, en la estructura al azar del vidrio, los iones que absorben el calor se encuentran en un entorno variable de un lugar a otro y de ahí que el ritmo de los saltos de electrones varíe considerablemente.

En la actualidad no parece posible predecir qué colores se obtendrán de los diferentes elementos.

Por otro lado las tierras raras con las capas N y O incompletas con lo cual el salto de electrones no afecta a la capa externa y esta sirve de aislante contra las influencias del entorno por lo que estos elementos dan espectros de emisión de bandas finas.

Un elemento de transición no da siempre el mismo color porque el salto de electrones depende mucho de las condiciones del entorno. Un ión colorante como el Co^{+2} en posición en la red da un color morado azulado y en posición de modificador da un rosa.

El Cu^{+2} da un color verde en vidriados de plomo pero en alcalinos es azul.

Esto es debido a la influencia del ión plomo pesado y muy polarizado que frena el ritmo de saltos electrónicos del ión cobre. La temperatura también influye en el color por las vibraciones térmicas que provoca en la red, así un vidriado de Cu normalmente azul pasa al verde al ser calentado.

Otro tipo de colorantes son los cromóforos, los cuales no son producidos por elementos de transición o tierras raras si no que más bien absorben por un mecanismo análogo al de los colo

res orgánicos en los que un electrón compartido vibra entre dos posiciones. Dichos colores son bastante inestables y su uso en barnices ha sido limitado. Son ejemplos de éstos, colores de cadmio, antimonio, y mercurio, a veces de gran brillantez, pero el único usado regularmente es el amarillo de nápoles compuesto de antimoniato de plomo.

Por último están los colores coloidales producidos por la absorción de color debida a numerosas partículas de tamaño coloidal suspendidas en la fase vitrea.

El mecanismo exacto de absorción no es aun conocido pero es probable que dependa a su vez de la dispersión selectiva y la absorción entre partículas y superficie. Y al contrario de los colores en disolución los coloidales dependen mucho de las condiciones de calentamiento. Un ejemplo son los colores de oro usados desde hace mucho tiempo para dar los vidrios rubí.

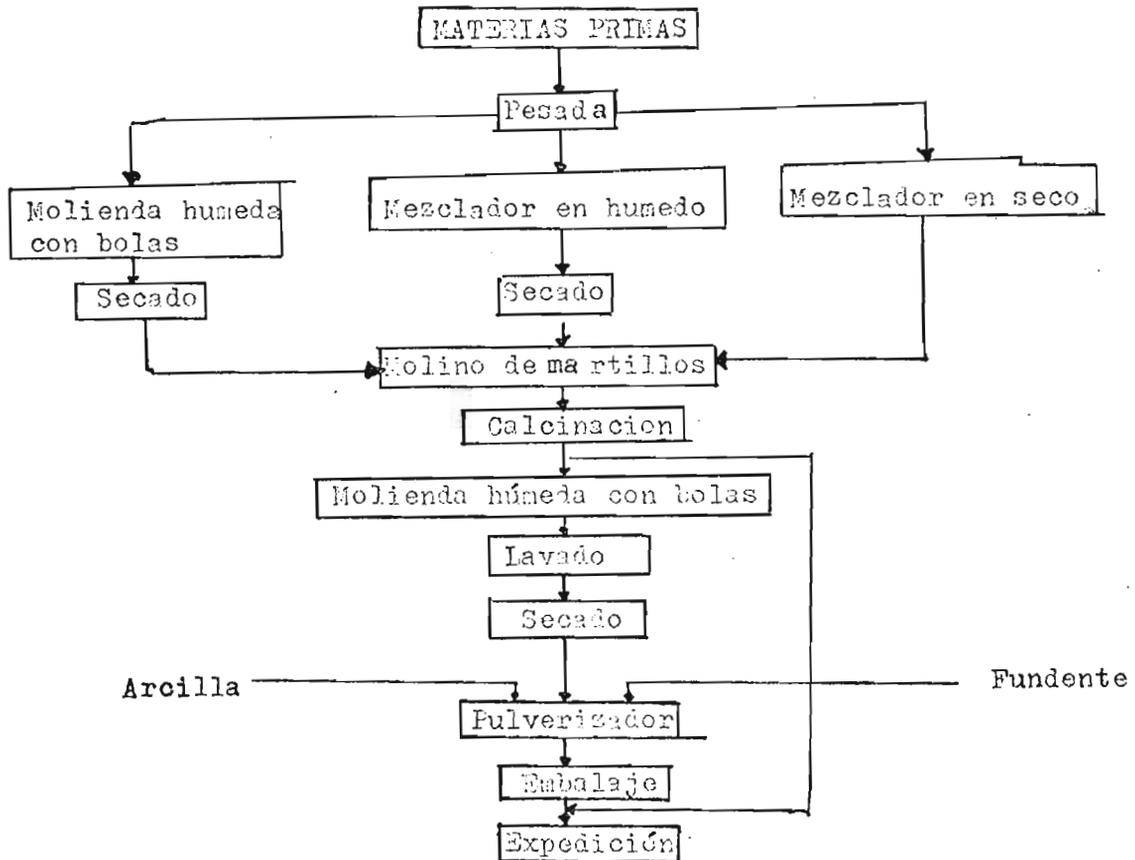
Los anteriores colorantes que han sido descritos se utilizan para colorear la fase vitrea existiendo además los cristales coloreados que son los verdaderos colorantes cerámicos.

Los elementos de transición pueden penetrar en el retículo de un cristal incoloro como una solución sólida y producir así un cristal coloreado y en ocasiones el cristal primario como el SnO_2 ó ZrO_2 parece que actúa como mordiente de modo que el cromóforo se adhiere a la superficie.

La fabricación de colorantes cerámicos es realizada por la industria especializada en estas ramas de donde la pequeña y mediana industria los adquieren para su uso. El color en forma de un polvo fino se usa en el barniz o en la pasta. Para su aplicación sobre el barniz se mezcla con 60 a 95% de un fundente y bajo el vidriado 5% y arcilla 5%. Si se usa en la pasta o el barniz no se requieren fundentes.

Fig. No. 60.

Diagrama de flujo para la producción de colorantes cerámicos.



Las variables a controlar en la obtención de colores y tonos son:

- a) Composición del barniz.
- b) Cantidad de óxido colorante.
- c) Tipo de aplicación.
- d) Condiciones de quema.

Como podremos notar, las posibilidades o rangos en estas variables son muy amplios, pudiéndose así lograr una extensa gama de colores y matices.

Se presenta en la tabla No. 12 un resumen de algunos de los óxidos usados.

Materiales colorantes y algunas de sus características.

Material (% en el barniz)	Se añade como:	Colores en el barniz	Texturas u otros efectos	En la pasta	Algunas Características importantes
Oxido de vanadio V_2O_5 (4 a 10 %)	Pentóxido de vanadio	Amarillos	Con mucho estaño da una apariencia de pasta sin quemar	--	Se le usa con estaño para dar un color crema
Oxido de fierro Fe_2O_3 (1 a 10 %)	Hematita Ox.de fierro rojo y negro Arcillas con 8 % o mas de Fe.	Café Café rojizo Verde	---	Café, café ro- jizo, salmón, ocre y amari- lento	--
Oxido de cobre CuO (2 a 5 %)	Carbonato de cobre $CuCO_3$ Oxido de co- bre negro	Azules y verdes Rojo y negro Cobre metal	En reducción y bar- nices de stonware se logran efectos metalicos con pun- tos de dif. Colores	--	Aumenta la solubilidad del plomo. Se volatiliza arriba del cono 8
Oxido de cobalto CoO (0.5 a 1 %)	Carbonato de cobalto. Ox.de cobal- to negro CoO	Azules Con Mg mo- rado.	Arriba del cono 9 combinaciones de Co y Mg dan barnices moteados con manchas rojas, rosas y moradas	Azul	Con adición de fierro, manganeso, rutilo o ni- quel el color es modi- ficado.
Oxido de cromo Cr_2O_3 (2 a 5 %)	Oxido de Cr verde Cr_2O_3 Dicromato de potasio $K_2Cr_2O_7$	Rojo, amari- llo, rosa, ca- fé y verde.		Verde	Volatil arriba del cono 6. Muy refractario y no se disuelve facilmente en el barniz.
Oxido de manganeso MnO (2 a 6 %)	Carbonato de Mn. $MnCO_3$ Riódido de manganeso	Café Azul morado	Con óxido de Co pueden lograrse violetas.	Pequeños pun- tos caracterís- ticos del ston- ware.	En atmosfera reductora provoca la aparición de pequeñas ampollas.
Oxido de niquel NiO (0.5 a 3 %)	Ox.de niquel verde NiO Ox.de niquel negro Ni_2O_3	Café y gris	--	--	Colores no firmes o incierto. Se le usa como modificador a otros óxidos.
Rutilo TiO_2 con impurezas (2 a 10 %)	Rutilo	Cafe y gris	Color moteado, gris en barnices con Cu Fe, Co y Cr. Favorese el desar- rollo de cristales		Incrementa la opaci- dad. Es usado para dar texturas.
Ilmenita TiO_2 con impurezas (1 a 5 %)	Ilmenita	Café y gris	Usado a 80 mallas provoca manchas.	manchas	Incrementa la opacidad Es usado para dar texturas.
Cromato de fierro $FeCrO_4$ (1 a 3 %)	Cromato de fierro	café, café rojizo y gris			Usado en engobes para engobes grises y como modificador de otros.
Cadmio y Selenio	Selenio me- talico y sul- furo de Cd.	Rojo Amarillos	--	--	Su solubilidad en los ácidos es alta y difícil de lograr el rojo
Antimonio Oro Plata Bismuto	Antimonio. Cloruros	Amarillo de Nápoles. Rojo, rosa y morado.	Lustres	--	--

En general los colores que encontramos en las piezas son dados por mezclas de dos o más óxidos obteniéndose así una gama más amplia de colores.

La Tabla No. 13 es un ejemplo de las posibilidades de estas mezclas:

Tabla. No. 13 Colores en mezclas de dos óxidos. (1)

Oxido	Oxido	Color
	Cobalto.....	Gris-Azul
	Cobre.....	Verde intenso, verde metálico y negro
	Manganeso...	Café
Fierro	Vanadio.....	Ocre
	Rutilo.....	Ocre y café
	Níquel.....	Café a gris
	Cromo.....	Verde con tonos negros
	Cobalto.....	Verde-Azul
	Manganeso...	Amarillo-Verde
	Vanadio.....	Amarillo-Verde
Cobre	Rutilo.....	Verde intenso o con textura
	Níquel.....	Verde-Amarillo
	Cromo.....	Verde
	Vanadio.....	Café amarillento
	Níquel.....	Café o gris
Manganeso	Rutilo.....	Café
	Cobalto.....	Morado-Azul
	Cromo.....	Café
	Vanadio.....	Gris y Café
Níquel	Rutilo.....	Café
	Cobalto.....	Azul-Gris
	Cromo.....	Café
	Vanadio.....	Mostaza o amarillo grisaseo
Cobalto	Rutilo.....	Azul intenso con textura o azul-Gris
	Cromo.....	Verde-Azul

(1) D.Rhodes, Clay and Glazes for the potter. Chilton Book Co., New York, 1973. p.218.

Rutilo	Vanadio.....	Amarillo Ocre
	Cromo.....	Verde Intenso
Cromo	Vanadio.....	Verde-Amarillo

Por supuesto, si la mezcla es de más de dos, las posibilidades son incontables.

En su libro de "Cerámica Fina" Norton divide su estudio por colores y da una buena descripción de los constituyentes para colores comerciales:

1. Rojos; rosados y marrón:

a) de oro. Son estos colorantes dispersiones coloidales de oro metálico en un vidrio. Estables hasta conos 19 ó 20. Muy caros, por lo que usados sólo en cerámica artística.

b) Rojos de cobre. De dos tipos, uno de ellos debido a los cristales de óxido cuproso y el otro quizá de cobre coloidal. Las condiciones de la atmósfera durante la quema exigen un control estricto y son difíciles de lograr por lo que son poco usados comercialmente.

c) Rojos de Uranio. En vidriados con mucho plomo da rojos y en vidriados de cerámica blanca anaranjados. Son muy poco usados.

d) Rojos cadmio-Selenio. Son los rojos más brillantes - pero poco estables. Parece que el color es debido a una solución sólida de CdS y CdSe que forma partículas coloidales.

e) Rojos de óxido férrico. Son muy usados sobre barniz ya que no son estables a más de 1000°C. Se han obtenido calcinando sulfato ferroso a una serie de temperaturas y mezclando el óxido ferroso con un fundente (4 gr. SiO₂, Pb₂O₄, 12 gr. 3 gr. Borax) en 86% de este y 14% del óxido. Los colores van desde el anaranjado hasta el rojo oscuro. Meirt y Mellor obtienen los siguientes colores a diferentes temperaturas de calcinación:

Temperatura °C	Color
600	Anaranjado
700	Escarlata
800	Rojo violáceo

900
1000

Rojo violáceo oscuro
Gris

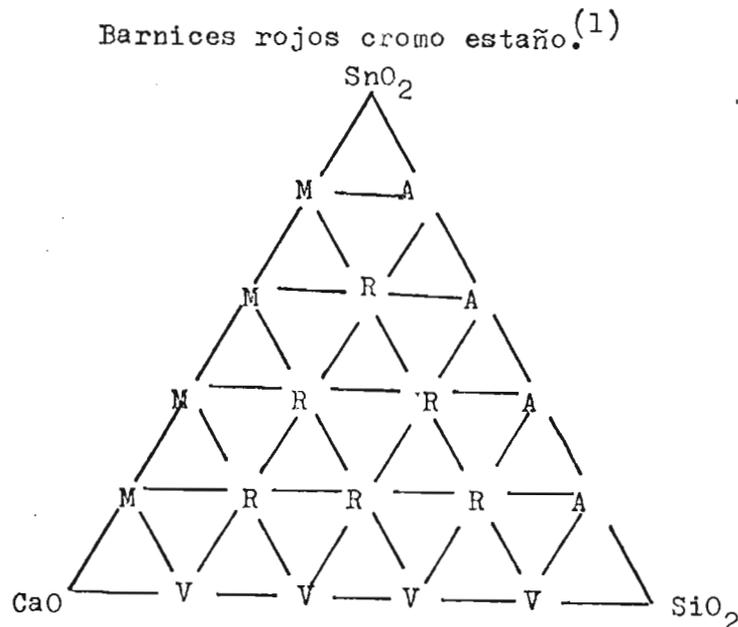
Otros rojos son obtenidos por la calcinación de minerales naturales con composiciones de $ZnO_2-Fe_2O_3$ y $ZnO_2-SiO_2-Fe_2O_3$.

En pastas el óxido férrico sirve para dar rojos pero de tonos poco brillantes. La máxima temperatura no debe superar los 1050 ó 1100°C para que no se forme silicato ferroso oscuro. En el color influye la composición de la pasta, el CaO y MgO no deberán formar más del 1% del total y el Al_2O_3 no debe superar el triple de las de Fe_2O_3 .

f) Rojos y rosas de cromo-estaño: es el colorante de cromo-estaño quizá el más utilizado. Se ha comprobado recientemente que son cristales de $CaO-SnO_2-SiO_2$ con cromo absorbido.

Estudios han demostrado en que proporciones de estos óxidos se obtiene diferentes colores:

Fig. No. 61



Barnices como 10. en todos los casos es agregado 3% de cromato potásico. M-Marrón R-Rojo V-Verde A-Azul.

Se observó que los rojos óptimos se obtenían en barnices de alto contenido de óxido de plomo y cal, ya que los alcalinos en Ref. F.H.Norton, Cerámica Fina. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España. 1975. p.217.

en alta proporción tienden a dar tintes violeta. Si el sílice es excesivo la acidez resultante tiende a dar verdes. Esto mismo sucede si la alumina supera los 0.5 equivalentes. El zinc y el magnesio también alteran los colores.

g) Rojos cromo-aluminio; Estables a temperaturas más altas que los anteriores pero tienden a dar tonos rosados y púrpura. Colores coral se obtienen si son usados gran proporción de zinc y alúmina.

h) Colores manganeso-alumina. Son rosas estables pero - deben usarse con bajos contenidos de cal y óxido bórico y alto en zinc.

i) Rosas cromo-zirconio. Son estables y dan colores parecidos a los de cromo-estaño.

j) Rosas cromo-zinc-alúmina. Son colores de uso muy extendido en la industria de azulejos y loza sanitaria, contienen 5 al 15% de óxido de cromo, del 10 al 40% de óxido de zinc y del 45 a 85% de alúmina. Usado en barnices con mucho zinc y alúmina y poca cal.

k) Rosado cobalto. Se calcina CoO con MgO dando lugar a un rosa debido a que el Co^{+2} está en coordinación sextuple. Además de los anteriores existen algunos otros en base a ZrO_2 , V_2O_5 , $\text{ZrO}_2 \text{ AgO}$., $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$.

2. Anaranjados y Amarillos.

a) Amarillo de fierro. El Fe^{+2} disuelto es un amarillo pálido. El Fe_2O_3 en pastas con mucha cal da amarillos y ante. No suele ser muy usado debido a su sensibilidad con la atmósfera del horno.

b) Amarillos de antimonio. Es el conocido como amarillo de Nápoles a base de antimoniato de plomo. Es de temperatura baja y se añade ZnO y Al_2O_3 para estabilizarlo y poder usarlo a cono 2. Sirve para vidriados de baja temperatura y alto contenido de ZnO y PbO .

c) Amarillo de cadmio. Es CdS que se prepara en seco por fusión del Na_2CO_3 con azufre o por precipitación de una sal con H_2S . Se usa como color sobre vidriado por no ser estable arriba -

de los 850°C. Mezclado con rojos Cd - Se ~~se~~ obtienen una amplia gama de colores.

d) Amarillo de rutilo. Se debe al hierro natural del rutilo dando amarillos claros, tostados y ante, se debe emplear en atmósfera oxidante y a temperaturas bajas.

c) Amarillo plata. Los iones plata se difunden en la estructura de un vidrio y dan el color amarillo debido a la presencia de partículas coloidales de plata. Se usa en vidrio pero poco en cerámica.

f) Amarillos de cromo-titanio-antimonio. Producto de una patente de Harsham Chemical Co. con composición:

TiO ₂	5.75 partes	Cr ₂ O ₃	0.2 partes
Sb ₂ O ₃	5.00 ""	NaO	0.2 ""

Los óxidos se mezclan y se calcinan a temperaturas superiores a los 800°C se muelen y se lavan usándose en un intervalo de 1000 a 1300°C.

g) Amarillos de Vanadio. Son estos los que han substituido a casi todos los demás siendo estables hasta temperaturas de como 11 en casi todos los vidriados, se preparan a base V - Sn ó V - Zr la proporción óxido de vanadio va del 2 al 8%.

Otros amarillos son logrados con cerio, praseodimio, zirconio-praseodimio y praseodimio-cerio.

3. Verdes.

Searle ha publicado una tabla en donde como se puede - ver existen varios tonos de verdes.

Tabla No. 14. Porcentajes de oxidos en colorantes verdes.

(1)

Sustancias	Verde Salvia	Verde victo- ria	Verde Azula do	Verde Oliva	Verde Hoja	Verde Segeer	Verde marino
Oxido crómico.....	16	...	20	24	20	...	35
Oxido de níquel.....	...	...	...	6			
Oxido de cobalto....	...	...	8	32	10	...	14
Oxido de Zinc.....	...	...	16	15	15	...	21
Blanco de España....	...	20	...	...	...	20	30
Borax.....	...	...	24	16	20		
Carbonato potásico..							
Pedernal.....	49	20	32	7	35	20	
Carbonato sódico hidr.	...	33	...	...	...	2	
Feldespató.....	8						
Bicromato potásico...	...	27	...	...	...	36	
Cloruro cálcico.....	25	...	...	...	...	12	
Fluorespató.....	...	...	...	...	...	10	

a) Cromo. En general las condiciones reductoras dan mejores colores y los barnices con zinc no suelen dar buenos resultados. Por adición de CoO se sobtienen tonos verdes claros.

b) De cobre. Se utiliza para dar verdes brillantes en barnices de plomo y sobre el barniz, no son estables a elevadas temperaturas aunque recientemente se han logrado barnices con Cu-V y Cu-Zr que son estables a mayor temperatura. En barnices alcalinos se obtiene el llamado turquesa.

c) De Níquel. Son poco estables y poco brillantes, de ahí que no se utilicen comercialmente hoy en día.

d) De vanadio-zirconio-sílice. Son productos estables - hasta 1600°C . Con una composición: zirconio 71.4 gr. sílice 23.8, metavanadato amónico 4.8 gr. obtenida en 1948 por la Harshaw Chemical Co.

Otros verdes son obtenidos a partir de $\text{Co-Cr - V Co - Sn-V}$ y Co - Zr-V aunque en composición es poco conocida.

4. Azules

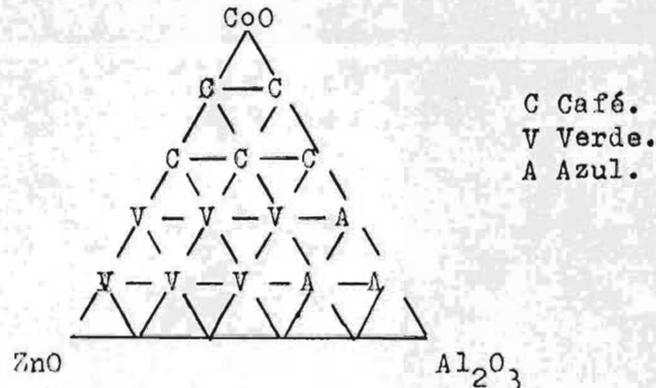
a) Azules de cobalto. Tradicionalmente el azul en la cerámica ha sido logrado a través del cobalto, material usado en aleaciones de alta temperatura y herramientas de corte por lo que sería conveniente encontrar un sustituto para la industria cerámica y parece que los azules vanadio servirán.

Algunos esmaltes son vidrios que toman color azul por el óxido de cobalto disuelto y se usan para colorear pastas y vidrios.

La mayoría de azules cerámicos es obtenida por el sistema: $\text{CoO} - \text{ZnO} - \text{Al}_2\text{O}_3$. El azul más perfecto contiene CoO 20 gr. ZnO 20 gr. y Al_2O_3 60 gr. conocido como azul mate o azul thenard. Otras fórmulas con poca alúmina son verdes.

Fig. No. 62.

Azules de cobalto.



Ref. F.H.Norton, Cerámica Fina. Ediciones Omega.S.A., Barcelona, España. 1975. p.224.

El azul mate no es estable en el barniz, sobre él o bajo él porque es atacado por la pasta silícea volviendo el color azul marino dado por el silicato de cobalto, variable con la proporción de CoO y SiO_2 . Algunos de los azules antiguos son más agradables que algunos de los actuales, mas chillones porque en aquellos había impurezas en el mineral como manganeso y níquel.

b) Azules de cobre. Normalmente son colores de solución en barnices de gran acidez. Para un azul puro sin tendencia al -

verde el plomo y la alúmina deben ser escasos.

c) Azules de vanadio. La composición de éstos es parecida a la de los verdes V- Zr-Si con un pequeño porcentaje de alcali añadido. Algunas fórmulas están dadas en la siguiente tabla:

Tabla No. 14. Colorantes azules de Zr-V-Si (1)

Constituyente	I	II	III	IV	V	VI	VII
NH ₄ VO ₃ , g	10	10	10	10	...	10	10
ZrO ₂ , g	125	125	125	125	125	125	
SiO ₂ , g	60	60	60	60	60	60	60
NaF, g	5	...	...	...	5	...	5
KF, g	...	...	6	...	5		
V ₂ O ₅ , g	...	...	...	...	9		170
ZrF ₄ , g	...	...	...	...	...	...
Na ₂ CO ₃ , g	...	...	...	...	...	4	
Temperatura de cocción °C	750	750	950	750	750	750	750
Color	Azul Claro	Azul Claro	Azul Claro	Azul Claro	Azul Claro	Azul Claro	Azul Claro

5. Cafés

Estos colores se obtienen con óxidos de fierro, cromo, alúmina y zinc. Usados en vidriados con mucho zinc hasta como 12 sirven casi para cualquier vidriado pero blanquean en exceso de CaO y MgO. Son bastante estables si se cuecen en atmósfera oxidante. Los tipos más usados son los de Cr₂O₃ - ZnO - Fe₂O₃ - Al₂O₃.

(1) F.H. Norton, Cerámica Fina. Ediciones Omega S.A., Barcelona, España. 1975. p. 225.

Tabla No. 15. Colorantes Pardos.

(1)

Constituyente	Gramos			
	Pardo oscuro	Pardo rojizo	Pardo claro	Pardo Amarillento
Fe ₂ O ₃	80	80	80	80
Cr ₂ O ₃	76	76	51	76
Al ₂ O ₃	206	...	51	103
ZnO	...	194	24	324

6. Grisés y Negros.

Es difícil obtener estos colores puros y casi siempre - tienen reflejos de algun color.

a) Combinaciones de elementos de transición.

Se obtienen estos colores combinando CoO Fe₂O₃ y Cr₂O₃ con algunas adiciones de MnO₂ y NiO. Como se puede ver en la tabla. Ferro Corp. ha desarrollado negros a partir de V₂O₃- Al₂O₃.

Tabla No. 16.

Colorantes negros.

(1)

Constituyente	Gramos			
	Negro	Negro Parduzco	Negro Verdoso	Negro Parduzco
CoO	31	19		
Cr ₂ O ₃	7	18	76	76
Fe ₂ O ₃	36	57	40	80
MnO ₂	12	21		
NiO	13	5		

b) De Platino. Los más estables negros y grises son obtenidos con este metal probablemente en estado coloidal. Así por

(1) F.H. Norton, Cerámica Fina. Ediciones Omega S.A., Barcelona - España. 1975 . p. 226.

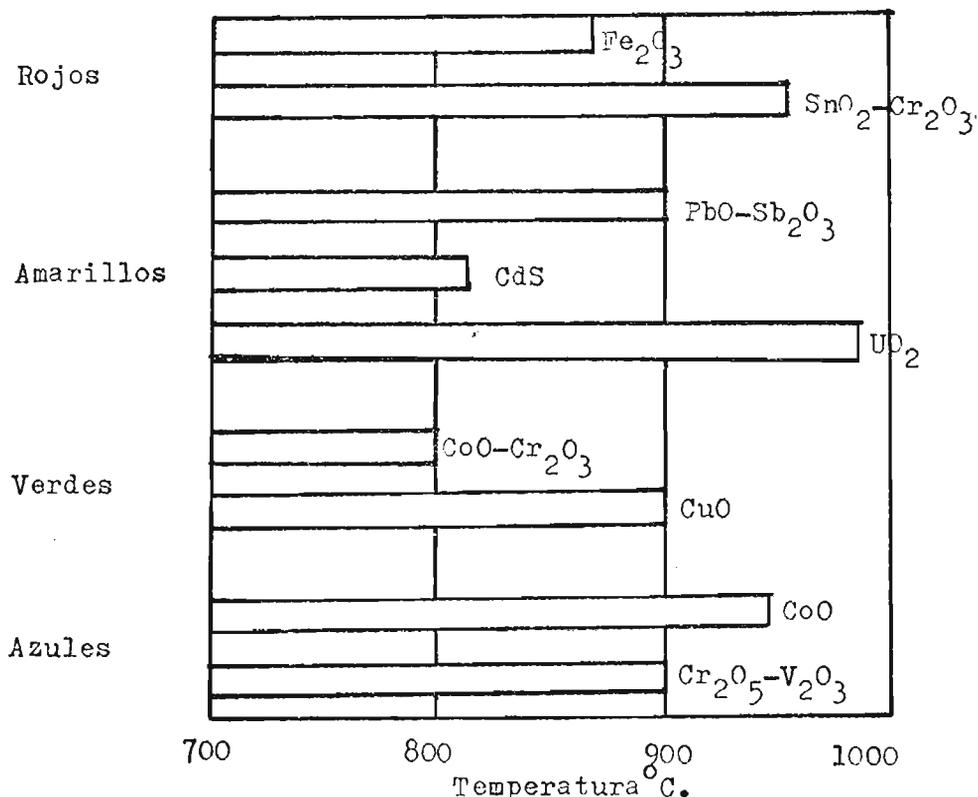
ejemplo; con 0.002 de PtO_2 en un barniz de plomo se obtiene un gris ratón. Por su alto costo son sólo empleados en cerámica artística.

Otros negros pueden ser obtenidos de uranio y grises azulados son logrados con estaño y antimonio.

Por último nos ha parecido de interés incluir en este trabajo las siguientes gráficas que dan los intervalos de estabilidad de estos colores, publicadas por Norton en el libro al que hicimos ya referencia; además recientemente ha sido publicado un Compendium⁽¹⁾ sobre fórmulas incluyendo colores, el que puede ser consultado para información más amplia.

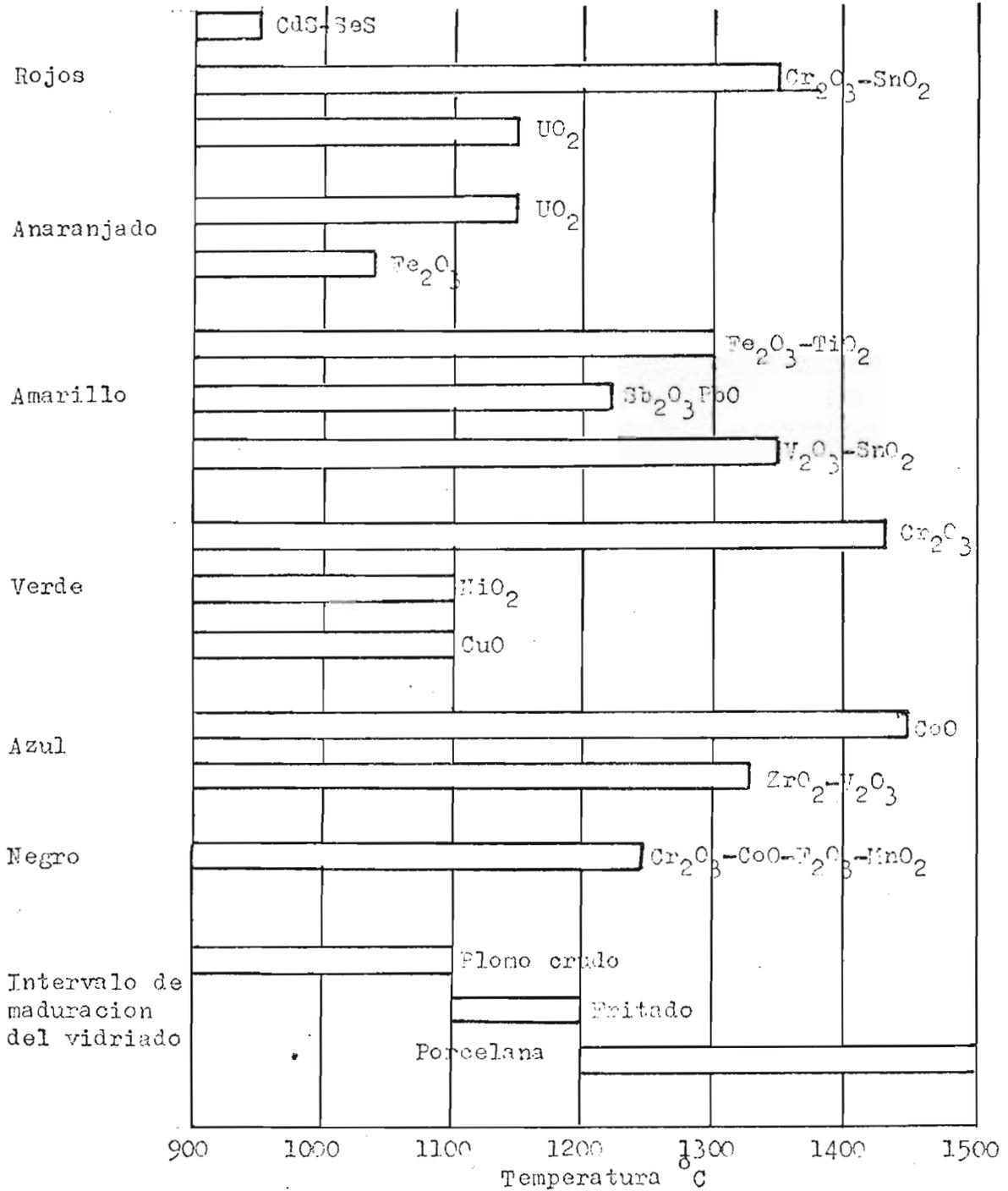
Fig. No. 63.

Intervalo de estabilidad de los colores usados

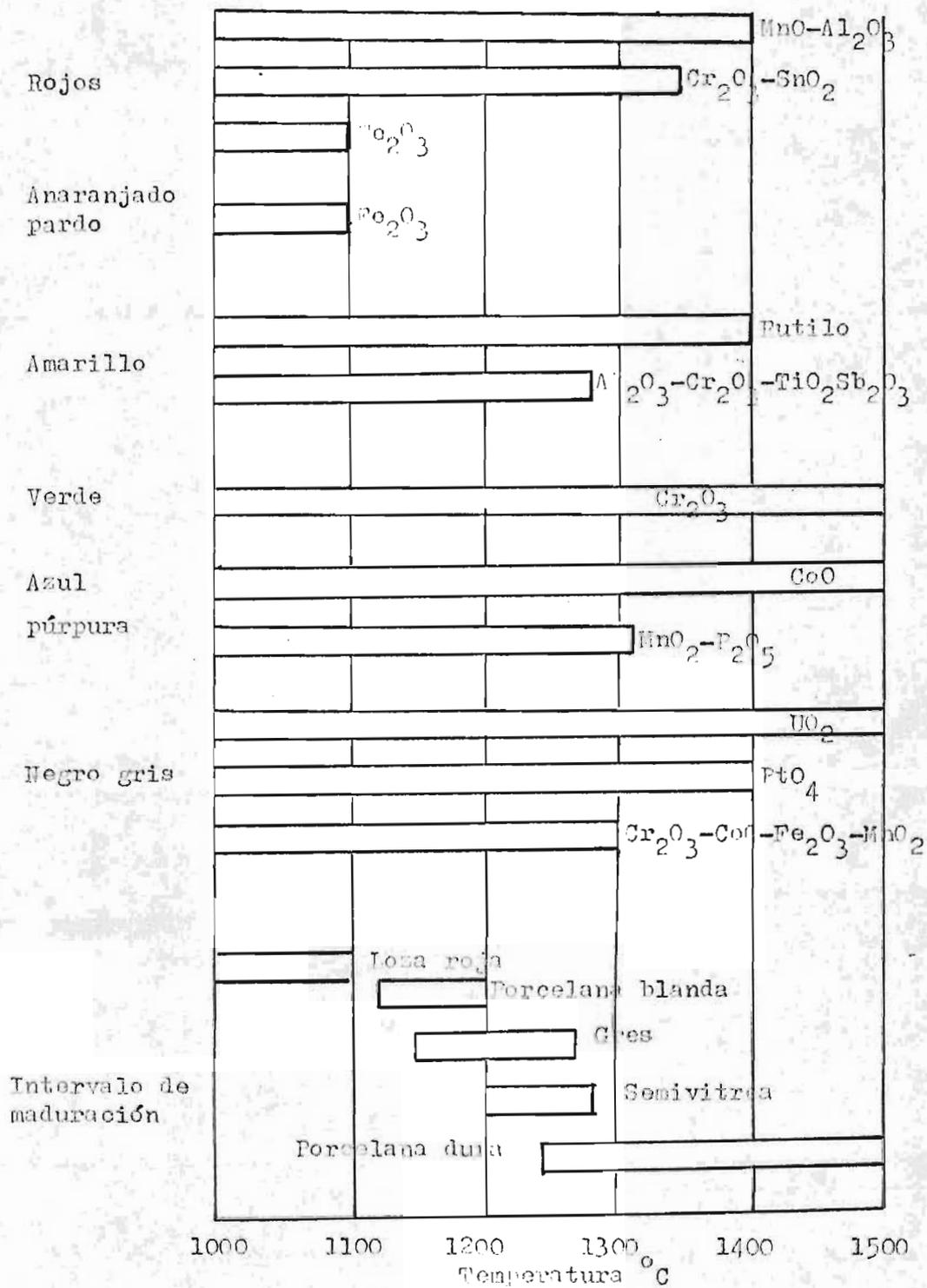


Intervalo de estabilidad de colores sobre vidriado

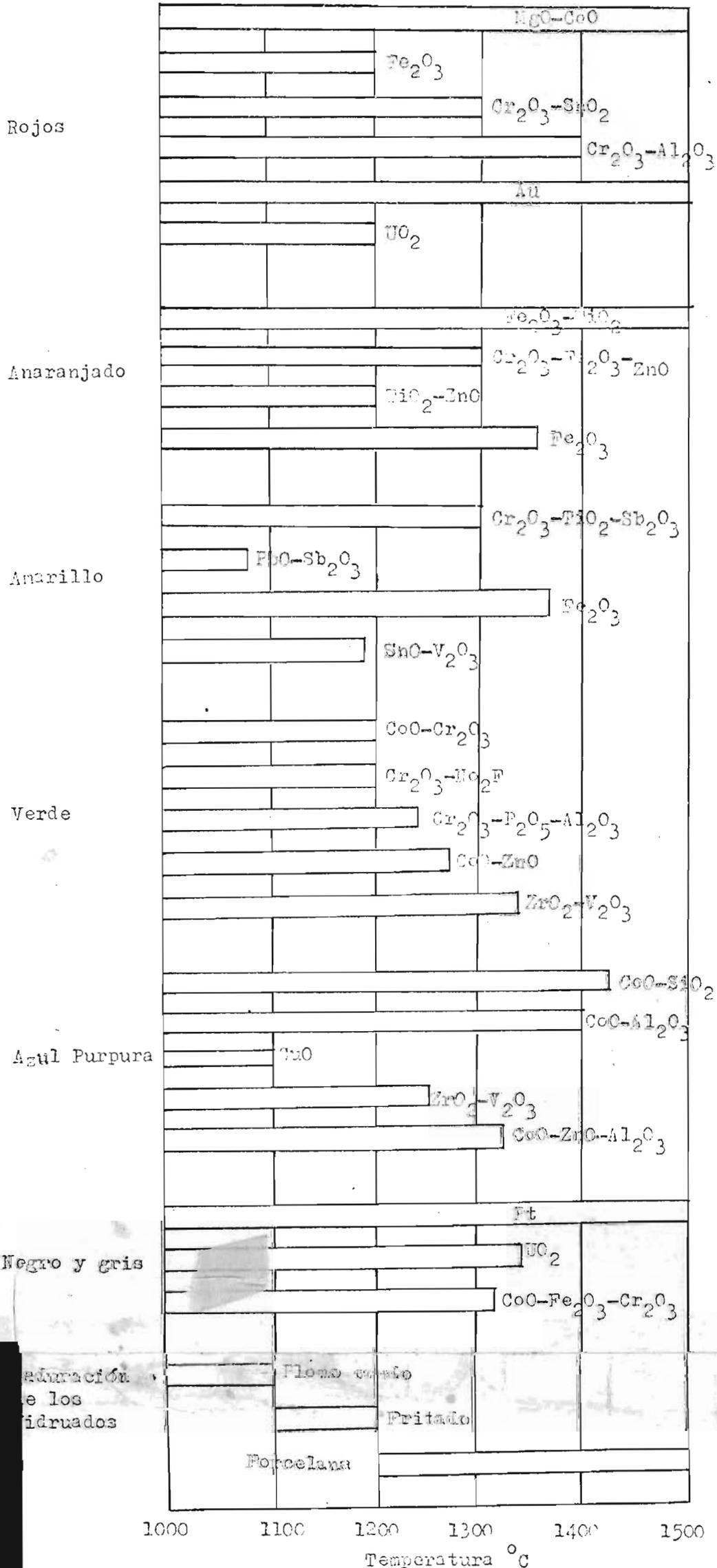
(1) J.N. Conrad Ceramic Formulas: The complete compendium Mac. Millan, New York 1973.



Intervalo de estabilidad de los colorantes del vidriado

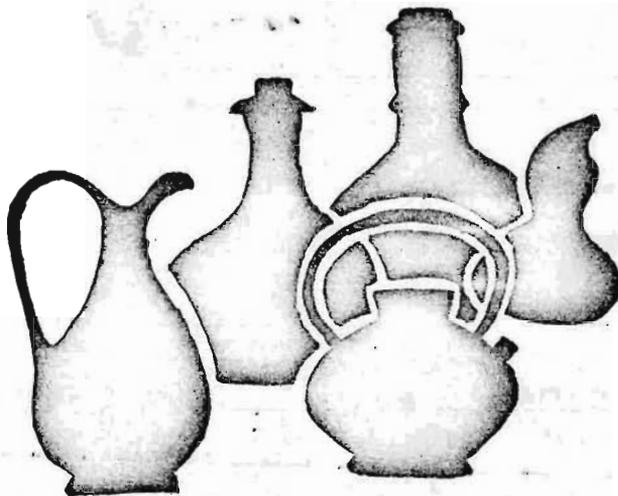


Intervalo de estabilidad de colorantes de la pasta



Intervalo de estabilidad de colores bajo vidriado.

XIII-el problema de la



XIII. EL PROBLEMA DE LA TOXICIDAD EN LA LOZA MEXICANA.

Se presenta a continuación el extracto de un artículo - publicado en marzo de 1975 en la revista "Salud Pública" por S.- Cendejas Huerta y A. Díaz González del Centro de Investigación de Materiales de la U.N.A.M., único estudio que encontramos durante la investigación bibliográfica para este trabajo, que trate el - problema a fondo.

La loza esmaltada (barnizada) en México se logra usando barnices de plomo de baja cochura (alrededor de los 1000°C.) pero si el cocimiento es defectuoso la fusión de los óxidos no es completa y parte del plomo puede ser liberado por alimentos o bebidas que contengan ácidos débiles como el cítrico y acético, cuya reacción con el plomo presente origina acetatos o nitratos de plomo que pueden al ser ingeridos por quienes usan este tipo de recipientes provocar intoxicaciones.

El plomo y sus compuestos son venenos acumulativos cuando son ingeridos de manera sistemática, sólo una pequeña parte es eliminada diariamente por el organismo y el resto puede ocasionar intoxicación en diversos grados de acuerdo con la cantidad acumulada. Estudios recientes realizados en Estados Unidos muestran - que cuando la concentración de plomo en el organismo es menor que 80 microgramos por cada 100 gramos de sangre no existen riesgos - para la salud. El mismo estudio señala que cuando la cantidad es rebasada, lo cual puede ocurrir por ingestiones frecuentes, el - tiempo en que se presentan los síntomas depende de la cantidad ingerida, como se muestra en el Cuadro No. 1.

En los niños la capacidad de eliminación es menor y los síntomas se pueden presentar de una manera muy rápida.

Estos datos pueden usarse como indicativos, en tanto es realizado en México este estudio en forma urgente.

Cuadro No. 1.

Cantidad de plomo que puede ingerir un adulto sin riesgos de intoxicación de acuerdo a estudios realizados en los Estados Unidos.

Tiempo	Cantidad en microgramos por día.
Durante toda la vida	0.3
Durante 7 y medio a 9 años	0.9
Durante 4 años	2.0
Durante 8 meses	3.0
Durante 1 mes	5.10

Los principales síntomas del saturnismo, nombre con el cual se conoce la enfermedad, son muy parecidos a los de la desnutrición: flojera, dolores abdominales, anemia, abortos, daños irreversibles en el cerebro y en casos extremos la muerte.

Ya desde tiempo atrás se ha tratado este problema, y en 1892 en Inglaterra, se declaró oficialmente el peligro de los barnices de plomo. En México en 1933, se tuvo conocimiento de casos de saturnismo entre los alfareros de Oaxaca y Puebla y otro caso en Guanajuato por el análisis de jugos de frutas almacenados en la loza.

En 1960 la Dirección de Higiene Industrial de la S.S.A., efectuó un estudio en Tecamatepec Edo. de México, en el que se vió que 48 personas expuestas al trabajo alfarero, presentaban síntomas de saturnismo, además de los datos de otras enfermedades y muertes entre la población indicaron la gravedad del problema. Desgraciadamente estos trabajos no se continuaron.

En 1970 debido a casos en que encontraron cantidades muy altas de plomo en la loza mexicana (se habla de un caso con 100 mg) el gobierno de los Estados Unidos prohibió la importación de loza mexicana, medida que afecta seriamente a la economía nacional.

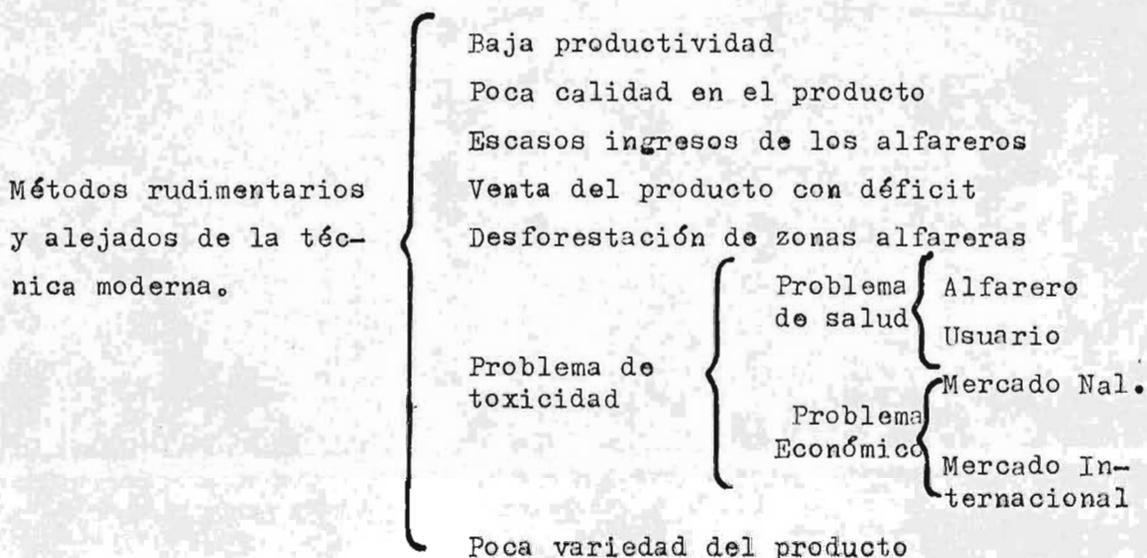
Ahora bien, el origen de estos problemas está en las rudimentarias técnicas de producción y las condiciones de higiene y

seguridad en que se produce la loza.

El Cuadro No. 2 permite tener una visión general de los problemas causados por la deficiencia en las técnicas actuales de producción alfarera.

Cuadro No. 2.

Situación actual de la alfarería nacional



Cada uno de los problemas anteriores origina a su vez importantes problemas secundarios que inciden sobre la situación de los alfareros en menor o mayor grado.

La toxicidad en la loza proviene principalmente del uso de hornos rudimentarios así como el empleo de materiales crudos - llamados así en contraposición de los fritados.

El tipo de esmalte crudo usado por la mayoría de los alfareros consiste de 74% a 69% de óxido de plomo y 26% a 31% de Sílice. Desde luego cada alfarero usa su propia receta, la que además suele cambiar de región a región.

Para señalar la importancia del cocimiento a temperatura controlada, tomemos dos piezas barnizadas con la proporción de 28% de SiO_2 y 72% de PbO ambas cocidas en la misma hornada, pero

en diferentes zonas de un horno; si la primera fue cocida a 650°C no puede fijar en su totalidad el plomo y es peligroso su uso y - si la segunda se coció a 800°C . puede ser confiable desde el punto de vista de la salud. El peligro radica en que ambas piezas - tienen la misma apariencia externa.

Así resulta pues, que con hornos ordinarios un alfarero puede obtener en la misma horneada piezas con diferentes calidades. Esto ha quedado evidenciado por una serie de experimentos y se demostró que en varios lotes de recipientes elegidos al azar, provenientes de diferentes partes de la República, en el caso óptimo sólo el 56% de las piezas pasaron la norma establecida en Estados Unidos. Dicha norma dispone que si un recipiente esmaltado desprende 7 partes por millón de plomo o menos al ser tratada con ácido acético al 4% durante 24 horas a temperatura ambiente, no - representa ningún peligro para el consumidor.

Una de las formas para "curar" las ollas de barro que a minoran la toxicidad consiste en lavar con agua y jabón el recipiente, después se enjuaga y se deja reposar hasta que esté completamente seco, entonces se aplica una capa de manteca o aceite en la superficie y se pone al horno previamente recalentado por 30 minutos. Hecho esto se deja enfriar y se lava varias veces con vinagre, para finalizar se llena con vinagre y se deja reposar 24 horas. Si el barniz queda atacado visiblemente al finalizar este proceso, usar el recipiente puede representar riesgos. De no ser así la pieza puede usarse después de ser lavada adecuadamente. Con este tratamiento la cantidad de plomo soluble disminuye sin - que por esto pueda decirse que en la mayoría de los casos se lo- gre llevar la pieza hasta las normas de seguridad antes menciona- das.

Ante esta problemática urge una respuesta y podrían de- sarrollarse acciones específicas para resolver el problema de la toxicidad, por ejemplo regular la venta de barnices tóxicos u o- tros por el estilo.

Así es necesario idear un programa nacional para la so-

lución de los diversos problemas de la alfarería, que al mismo tiempo beneficie a quienes la trabajan. Se pretendería con esto que se usaran mejores técnicas de producción alfarera en todo el país, que liberaran a los artesanos de sus métodos primitivos y les dieran una mejor forma de vivir.

Lawrence da unas pocas reglas que podrían ayudar a la solución de este problema:

1. La presencia de plomo o de otro metal pesado en un barniz no es por si misma un peligro a la salud. El factor importante es como resiste el ataque de los ácidos de la comida.

2. Los más resistentes barnices al ataque de los ácidos contienen plomo como fundente, correctamente formulados, aplicados y quemados.

3. La mayoría de piezas envueltas en incidentes de envenenamiento por plomo proceden de pequeños talleres, y en donde el control de variables es nulo

Control del peligro del plomo: el criterio para el diseño de barnices de plomo resistentes al ataque de los ácidos está basado en la composición, estructura y técnicas de fabricación.

Un primer trabajo hecho por Thorpe llega a una relación empírica, la cual predice la solubilidad de fritas de plomo:

$$\frac{\text{Moles de óxidos básicos} + \text{Moles alumina}}{\text{Moles de ácidos}} \times \frac{223}{60} = \text{Relación de Thorpe}$$

Este valor deberá ser menor que 2 para una baja solubilidad.

Mellar corrige esta relación:

$$\frac{\text{RO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{RO}_2} = 0.5 \text{ máximo}$$

Estas relaciones pueden ser usadas sólo como una guía, debido a el gran número de factores envueltos en la formulación, aplicación y quema de barnices. Estas variables han sido analizadas y sintetizadas en el manual "Lead Glazes for Dinerware" de la International Lead Zin Research Organization Inc.

Se presenta un resumen de los puntos tratados en el estudio:

1. Barnices claros del cono 3 al 5 tienen valores menores que 0.5 ppm y en muchos casos menores que 0.1.

Una composición típica de este tipo sería:

0.066	K ₂ O			
0.179	Na ₂ O	0.340	Al ₂ O ₃	3.369 SiO ₂
0.261	PbO	0.314	B ₂ O ₃	
0.494	CaO			

Con un promedio de solubilidad de 0.16 ppm.

2. El efecto de varios óxidos colorantes y colores comerciales fue estudiado incluyendo los siguientes óxidos y colores: CuO, Cr₂O₃, Co₃O₄, Fe₂O₃, MnO₂, Fe₂O₃, MnO₂, ZrO₂, SiO₂, amarillo de Pb-Sb, Rosa Cr - Al, Gris Sn - Sb y Negro Co - Cr - Fe. Estas adiciones fueron hechas a varios barnices de plomo con temperatura de madurez del cono 4 al cono 05. En todos los casos excepto en el del CuO no hubo efecto en la solubilidad manteniéndose todos los barnices bajo la norma.

3. Una adición de 2% de CuO en un barniz de baja temperatura (1875°F) dió un incremento de diez veces el valor original en el barniz base. De aquí resulta que el óxido de cobre no debe ser añadido a barnices de plomo directamente (práctica muy común en la lafarería nacional), razón por la cual se ha abandonado el uso del verde de cobre en la industria.

4. La adición de opacificantes como zircón, óxido de estaño u óxido de titanio no incrementa la solubilidad sino por el contrario en algunos casos se observa un decremento.

5. En barnices de plomo cono 4 la variación en RO₂ y RO muestra un pequeño efecto. Estos barnices quemados a 01 muestran un incremento en la solubilidad cuando es incrementado el B₂O₃.

6. En barnices de silicatos de plomo de baja temperatura cono 07 pequeñas cantidades de metales alcalinos incrementan la solubilidad siendo el Li en menor proporción, Na intermedio y

K el de mayor proporción, es decir como el radio atómico se incrementa Li^+ --- Na^+ --- K^+ se incrementa la solubilidad. Una mezcla de dos óxidos totalizando 0.1 moles da un incremento menor que el mismo número de moles de un solo óxido y una mezcla de los tres da los mejores resultados.

Los óxidos de metales alcalinoterreos dan el mismo resultado incrementándose la solubilidad de Mg^{+2} --- Ca^{+2} --- Sr^{+2} y los mejores resultados son mezclas de los tres óxidos.

7. En barnices de silicato de plomo como O3 ($\text{PbO} \cdot 1.5 - \text{SiO}_2$) adiciones de Al_2O_3 reducen la solubilidad y de B_2O_3 la aumentan.

En la práctica el total de plomo liberado de la superficie se decrementa con la repetición de las pruebas. Por ejemplo: en un barniz de cono 4-5 se observó 0.1 ppm en la primera prueba y 0.06 en la octava. Y en un barniz cono 05 con 2% de CuO añadido el total bajó de 0.78 ppm a 0.12 ppm. Esto es debido quizá a que el plomo que reduce la tensión superficial se concentra en la superficie y al retirar cierta cantidad en las primeras pruebas baja el total viable de retirar en pruebas subsecuentes. De aquí la recomendación del lavado con vinagre de las piezas antes de ser usadas.

9. El grosor de la aplicación incrementa la solubilidad. En barnices cono 4-5 es insignificante, pero en cono 07 empieza a ser un factor importante.

10. Mayores tiempos de quema y más altas temperaturas de crementan la solubilidad, esto es atribuido a una mayor reacción entre el cuerpo y el vidrio y más solución del cuerpo en el barniz cambiando su composición.

11. Por otro lado Marquis ha estudiado el efecto de las condiciones que quema particularmente aire en movimiento contra - estático. En barnices cono 3-5 no hubo un efecto real al variar las condiciones y los barnices aun los que contenían un 20% de PbO presentaron valores bajos. En barnices cono 06 los cuales pueden contener mas de 20% y otros constituyentes volátiles como el CaF_2 daban resultados erráticos y eran sensibles a el grosor de la a-

plicación. Así eran quemados en un horno de gas con una buena circulación los resultados fueron consistentemente bajos con una pequeña variación y quemados en horno eléctrico variaron entre 0.07 ppm a 24.8 ppm con un promedio de 6.8 ppm y si el horno era ventilado se obtenían valores más bajos y consistentes. Esta es por otro lado una razón más para no recomendar el uso de hornos eléctricos en la alfarería nacional.

De todas estas pruebas se desprenden conclusiones sencillas que ayudarían a bajar la toxicidad en la loza:

1. No hay problemas en barnices como 3-5 cuando son correctamente formulados y fritos.
2. En la preparación de barnices de baja temperatura deberán usarse mezclas de R_0 y R_2O en lugar de un solo óxido.
3. La alúmina decrementa la solubilidad en tanto que el óxido bórico la incrementa.
4. Nunca usar CuO en ninguna forma en barnices de plomo.
5. Quemar en atmósfera en movimiento.
6. La aplicación deberá ser en una película delgada.
7. Checar la loza antes de vender para asegurar que se encuentra en un nivel seguro.

De aquí nosotros sugeriríamos que en cada uno de los cien centros se entrenara y pagara a uno o dos alfareros para efectuar pruebas y aconsejar el mejor uso de los barnices, lo cual ayudaría en gran medida a la solución del problema y aportaría datos sobre la magnitud real de este, detectando por lo menos los centros en donde el problema adquiere niveles de peligrosidad inmediata y que con acciones sencillas puede, sino eliminarse por completo, si reducirse.

Otro punto importante es la molenda que se hace del vidriado. En la mayoría de los casos una mayor finura, es decir un tiempo mayor de molienda, mejora los barnices y por lo general es restringido sólo por factores económicos sin embargo en vidriados de plomo la solubilidad aumenta al disminuir el tamaño de partícula.

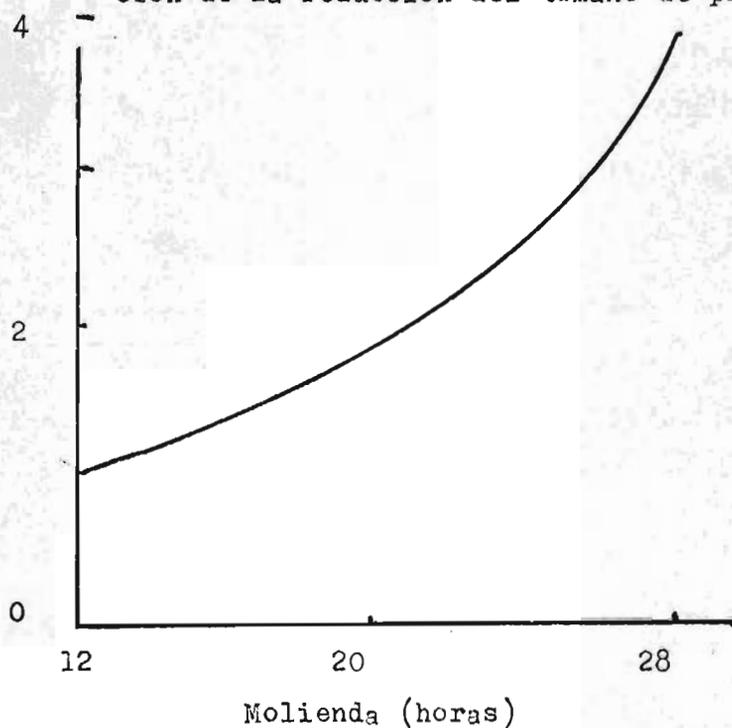
Tabla No. 17. Características de solubilidad de fritas de plomo comerciales en función del tamaño de partícula.

FRITA	PLOMO EN LA FRITA %	PORCENTAJE DE PLOMO DISUELTTO 14-20 mallas. 150-200 mallas	
		%	%
1	73.15	28.52	91.36
2	45.00	12.51	59.49
3	31.56	12.96	54.56
4	40.20	1.82	8.56
2 PbO. SiO ₂	81.82	65.58	96.01
PbO. SiO ₂	73.15	28.52	50.35
PbO. 2SiO ₂	60.02	1.47	9.67

Y la figura nos da la solubilidad del plomo en vidriado en función de la reducción del tamaño de partícula

Fig. No. 64.

Solubilidad del plomo de un vidriado semivítreo en función de la reducción del tamaño de partícula.



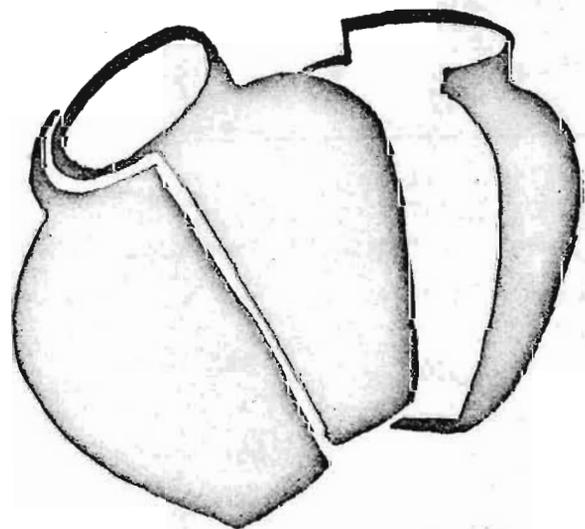
(1) F. Singer y S.S. Singer. Cerámica Industrial. Vol. II, Ediciones Urmo. Bilbao 1963. p.153.

Existen en E.E. U.U. e Inglaterra diferentes tipos de pruebas y normas de calidad establecidas para el contenido de plomo soluble máximo en piezas que se usarán como recipientes para alimentos.

Singer habla de las regulaciones en Gran Bretaña dadas por las "Factory Acts" que fijan el método general de tratamiento en las regulaciones del Ministerio del trabajo y del Servicio Nacional que gobiernan el empleo de fritas y vidriados de plomo en la industria alfarera contenidas en las "Pottery (Health and Welfare) Special regulations 1950" y describe las regulaciones y pruebas sugeridas por la British Ceramic Research Association.

Por su parte Lawrence hace referencia y transcribe algunas de las pruebas usadas en Estados Unidos. Estas son la prueba desarrollada por United States Food and Drug Administration y el más antiguo de la A.S.T.M. que ha sido reemplazado por el primero. Además de estos reproduce uno para determinación de cadmio (menos de 0.5 ppm es la norma) y otro de Lead Industries Association Inc. para un programa de examen en piezas.

XIV - pruebas de laboratorio.



XIV. PRUEBAS DE LABORATORIO

A. Generalidades

Nos ha parecido de interes incluir un capítulo dedicado a este tema, ya que aunque en el medio artesanal es de uso poco o nada comun nos es útil al menos el conocimiento de las principales variables envueltas en cualquier proceso cerámico.

Dos son las obras en que hemos encontrado tratan el tema extensamente: "Cerámica Industrial" V-I de Singer y "Ceramics Industrial Processing and Testing" de Jones y Berard. En la primera encontramos una descripción más detallada del equipo y pruebas y en la segunda más resumida hallamos las referencias a las pruebas de la American Society for testing materials.

En este capítulo haremos una recopilación de las variables y métodos tratados, pudiéndose consultar las obras referidas para una mayor ampliación.

Singer en su obra propone tres campos de aplicación para los ensayos de laboratorio:

1. Investigación pura, la investigación de los materiales cerámicos y sus reacciones y de la naturaleza de los cambios.

2. Desarrollo, el avance sistemático de los productos cerámicos hacia un fin deseado.

3. Control, la comprobación de materiales productos y procesos para lograr resultados uniformes de la clase indicada por los proyectos de desarrollo y el descubrimiento de las causas de perturbación.

El equipo necesario varía mucho dependiendo del tipo de pruebas y en muchas ocasiones la preparación de muestras requiere de equipo en pequeña escala por ejemplo; trituradores, molinos, mezcladoras, agitadores, tamices, imanes, filtros, prensa, etc.

B. Prueba en las materias primas.

1. Composición: se realizan análisis químicos para conocer su composición, estos son de varios tipos:

a) Análisis químicos: gravimétricos, técnicos, microquímicos.

b) Análisis colorimétricos: usados para detectar pequeñas cantidades mediante comparación de colores.

c) Análisis espectrofotométricos; método que registra componentes esperados y no esperados, totalmente objetivo, capaz de determinar cantidades pequeñas de constituyentes raros y es rápido, 3 a 4 horas en comparación con los gravimétricos en los que es necesario hasta una semana. Requiere de un espectrógrafo, una fuente de excitación y medios de registro, observación y comparación. Una adaptación para ciertos elementos es el fotómetro de llama.

d) Cromatografía.

2. Propiedades físicas.

Por su parte existen una serie de pruebas para conocer las propiedades físicas.

2.1. Contenido de humedad; es necesario conocer el contenido de humedad no sólo para hacer las pertinentes correcciones a la pesa da sino también, en el caso de las arcillas empleadas lo más aproximadamente posible en su condición natural, a fin de hacer el ajuste necesario para darles el contenido óptimo de agua.

Es conveniente expresar el contenido de humedad como un porcentaje del peso sobre la muestra seca.

Existen dos clases de medidores de humedad:

a) Determinación directa de humedad.

b) Determinación de una propiedad relacionada con el contenido de humedad, como son: el de presión de gas acetilénico liberado, resistencia eléctrica, variación de la capacitancia, ocasionadas por el cambio de humedad en la muestra.

2.2. Densidad relativa; es la relación de la densidad del material y la del agua a 4^oC., se lleva a cabo por los métodos convencionales para medir densidad y sólo en el caso de polvos finos es necesario someter la muestra al vacío antes de introducir agua pues tienden a ocluir aire.

2.3. Tamaño de partícula. Según su tamaño de partícula podemos cla

sificar en diferentes fracciones a los minerales:

Piedras	20 mm
Grava	20- 2 mm
Arena Gruesa	2- 0.2 mm
Arena fina	0.2 - .02 mm
Limo	.02 - .002 mm
Arcilla	.002 mm

El conocimiento de la última fracción proporciona información sobre la arcilla coloidal presente.

La granulométrica tiene una gran influencia en las reacciones en estado sólido y sólido-líquido ya que cuanto mayor es la superficie más rápida es la reacción.

La clasificación por tamaños influye en la densidad de relleno, resistencia, mecánica y porosidad .

En las arcillas es importante el tamaño de partícula y su distribución ya que mediante ello se determina la superficie y por lo tanto la relación con el agua que ocasiona la plasticidad y viscosidad, y la contracción.

La distribución de tamaños de partícula determina la capacidad de las partículas y está relacionada con la plasticidad, resistencia en seco y porosidad.

Se ha demostrado que aunque las propiedades anteriores son funciones del tamaño de partícula no son relaciones lineales por lo que en productos industriales se hace necesario el control de la distribución ya que las variaciones pueden dar lugar a resultados imprevisibles.

Por último otro factor influenciado por el tamaño de partícula es la temperatura de cochura ya que con un contacto más íntimo (partículas más pequeñas) pueden llevarse a cabo las reacciones a temperaturas más bajas. Así también la densidad tras la cochura está afectada por el tamaño original de partícula.

Los métodos usados para determinación del tamaño de partícula:

Métodos	Límite inferior
a) Tamizado	Hasta 40-50 micras
b) Elutriación	10 "
c) Sedimentación por gravedad	2 "
d) Sedimentación centrífuga	0.1 "

En el tamizado se emplean tamices de alambre, seda o nylon y como el número de tamíz es el número de hilos por unidad lineal, al tener diferente tipo de hilos es necesario hacer la aclaración pues puede variar la apertura real. La operación al ser estadística (existe una probabilidad de que una partícula pase o no por la abertura) exige el uso de vibradores que normalicen la operación eliminando el factor humano.

b) Elutriación. Se basa en el mismo principio de la sedimentación, esto es, que partículas de la misma densidad, pero diferente tamaño, caen en el seno del agua a diferentes velocidades. Y si se aplica una velocidad ascendente al agua es posible invertir el movimiento de las partículas más pequeñas.

Además de la elutriación con agua puede realizarse la misma operación con aire.

c) Sedimentación. Este proceso se controla extrayendo porciones a una altura conocida o siguiendo las variaciones de densidad.

d) Sedimentación centrífuga. El límite inferior de tamaño de partícula que puede determinarse por sedimentación por gravedad está controlado por el tiempo disponible, variaciones de temperatura, floculación gradual y difusión o movimiento Browniano de las partículas más pequeñas. Se puede reducir este tiempo notablemente empleando la aceleración centrífuga en lugar de la debida a la gravedad.

Otros métodos para control de la sedimentación son los ópticos.

C. Pruebas en las arcillas y pastas.

En las arcillas es útil el conocimiento de ciertos datos básicos o preliminares en los yacimientos:

1. Inspección visual y textura.

2. Tamizado
3. Plasticidad
4. Análisis químicos de carbonatos, hierro, alúmina, -
fosfatos y sales solubles.
5. Secado y cochura.

Para el estudio posterior de las arcillas son tomadas -
muestras en las cuales se realizan diferentes pruebas con objeto
de conocer y cuantificar sus propiedades físicas y químicas, para
lo cual se hace necesario el conocimiento de los minerales y tama
ños de partícula de éstos, para este fin se procede a:

1. Investigación del origen de la arcilla.
2. Separación de los minerales. En esto la separación
por tamaños de partícula es el primer paso usándose los mismos -
métodos que para su medición.

3. Separación ulterior de los minerales por otros méto-
dos. Cuando en una fracción (tamaño de partícula) existen varios
minerales se puede separar por métodos como:

- a) Separación con líquido denso,
- b) Flotación con espuma
- c) Separación electrostática
- d) Separación magnética
- e) Métodos químicos.

4. Identificación y estimación de los minerales.

Para esto son usadas varias técnicas:

- a) Análisis químicos.
- b) Contenidos de humedad.
- c) Métodos ópticos. Microscopio e índices de refracción.
- d) Microscopio electrónico.
- e) Rayos X.
- f) Difracción electrónica.
- g) Espectrografía infrarroja y de microondas.
- h) Análisis térmico diferencial.
- i) Análisis termogravimétrico diferencial.

5. Determinación de la capacidad de intercambio básico
Se determina esta capacidad por electrodiálisis (en base a los cambios de pH observados) y por lixiviación de desplazamiento (se substituyen en la arcilla los iones Na, K, Mg, Ca, absorbidos por otro como el amonio y se valoran después las cantidades.)

Hemos hablado de las puebas para conocer la estructura interna de las arcillas y su composición, ahora presentaremos algunas propiedades de éstas y pastas, útiles para el trabajo en cuerpos cerámicos como son: facilidad de manejo, moldeabilidad, plasticidad y otras materias relacionadas con el moldeo, secado y cochura.

1. pH para lo que se usan métodos calorimétricos o medidores de pH adecuados.

2. Determinación de sulfatos solubles. Estos ocasionan la formación de espumas y afloroscencia durante el secado y la cochura por lo que normalmente se precipitan con carbonato bórico, pero debe determinarse la cantidad de sulfato a fin de añadir el carbonato en la cantidad correcta.

3. Medida de la viscosidad.

Existen tres métodos para medirla:

a) Tiempo de flujo a través de un orificio bajo una presión o altura de líquido fija o variable.

b) Fuerza requerida para cizallar capas de líquido unas sobre otras.

c) Velocidad de caída de una esfera o émbolo a través de un tubo de líquido.

Existen varios tipos de viscosímetros que trabajan con los principios anteriores, además de otros desarrollados para cuando los convencionales dan mucho error como en las soluciones de arcilla y chamota de partículas mucho más gruesas, basadas por ejemplo en la vibración de una placa dentro de la suspensión, impulso que es traducido a una lectora.

4. Moldeabilidad.

Hay tres etapas para determinar esta característica:

a) Desfloculación; determinación de las cantidades de agua y desfloculantes óptimas para producir una pasta fluida.

b) Características de las condiciones de flujo especiallmente la comprobación de que la suspensión no es tan tixotrópica (reducción de la viscosidad aparente contra la velocidad de corte) que pueda producirse obstrucción en las tuberías.

c) Velocidad de solidificación, facilidad de separación del molde y resistencia.

5. Plasticidad.

Hemos ya dicho que no hay una medida de esta propiedad, sin embargo existen otras propiedades que pueden ser correlacionadas con la plasticidad.

La plasticidad está influenciada por: a) Historia pasada de la arcilla, b) Tipo de arcilla, c) Cantidad de trabajo que ha recibido la mezcla, d) Tiempo de contacto de arcilla y agua, - e) Temperatura f) Cantidad de agua, g) Presencia de electrolitos.

Las propiedades que se determinan:

5.1. En la arcilla seca:

a) Agua de plasticidad.

b) Intervalo de agua de plasticidad comprendido entre el punto que dos masas de arcilla se pueden unir por choque (límite de flujo) y el punto en que la laminación de una varilla conduce a su rotura (límite de laminación). Esta diferencia es mayor en - las arcillas más plásticas que son a su vez las de grano más fino.

c) Afinidad del agua por la arcilla. Se usa p ara esto el valor de Elsin.

5.2. Suspensiones fluidas.

a) Viscosidad.

5.3. Pasta plástica.

a) Deformabilidad o cantidad de flujo posible antes de la ruptura.

Se usan algunos métodos como encontrar el círculo más - pequeño que puede lograrse doblando sobre si misma una columna de arcilla, encontrar el espesor mínimo que puede darse por lamina -

ción o un disco, o comprimir una esfera o cilindro hasta que se producen grietas y entonces la deformación, el agrietamiento y el peso requerido determinan la plasticidad que se reporta como índices.

b) Deformación sin ruptura por ensayos de huella. Se hace penetrar una aguja, cono o bola en la arcilla y se comparan las huellas, tiempos o pesas.

c) La resistencia al flujo o deformación al extruir una arcilla por un orificio.

d) Las velocidades de flujo a diferentes presiones.

e) La cohesión entre partículas o resistencia a la tracción, es decir la longitud de una columna estruida que puede soportar su propio peso.

f) Deformación en la torsión. Da información de como se comportará la arcilla durante la manipulación.

g) Resistencia al cizallamiento.

Por último existen otros métodos que miden al menos dos propiedades:

h) Deformabilidad y resistencia a la tracción cuyo producto da un "índice" pero esto es afectado por la velocidad con que se aplica la fuerza.

i) Resistencia a la tracción y resistencia al flujo.

j) Permeabilidad.

6. Determinación del calor de mojado.

Quando se moja una arcilla se desprende calor y un valor alto (en general varía de 2 a 12 cal/gr) indica la presencia de altas fuerzas capilares y grandes tensiones como resultado de una humedad variable y pudiera ser que se encuentre en él respuesta a las dificultades halladas en el secado de algunas arcillas. Se usa para su determinación un calorímetro.

7. Medida de la contracción.

Se expresa como un porcentaje que puede ser lineal superficial o en volumen según interese.

Singer presenta la relación entre las tres en las que -

"a" es la contracción lineal:

$$\% \text{ contracción superficial} = 2a - \frac{a^2}{100}$$

$$\% \text{ contracción volumétrica} = 3a - \frac{3a^2}{100} + \frac{a^3}{100^2}$$

Para la medición de la contracción lineal existen aparatos que registran el cambio de longitud continuamente a través del proceso o únicamente inicial y final. La contracción se expresa como un porcentaje: $= \frac{l_i - l}{l_i} \times 100$

8. Medida de la resistencia en verde de las arcillas.

a) Resistencia transversal. En la que se calcula el módulo de ruptura, cuidando que las condiciones de preparación y secado sean las mismas que durante el proceso. Los resultados son expresados como: R (lb/in^2) ó (kg/cm^2).

9. Comportamiento en la cochura.

Es de interés seguir ciertas características durante el proceso como son: calor, contracción, porosidad, sinterización, trituración, reblandecimiento, resistencia y relación con los vidriados para lo cual se cuecen muestras a diferentes temperaturas o se van retirando periódicamente del horno.

Es importante distinguir entre las investigaciones de las propiedades de los materiales cerámicos y de las propiedades de los productos cerámicos. Las primeras comprenden ensayos científicos de uso en investigación y desarrollo, las segundas son aplicaciones prácticas para el uso de las piezas y como garantías de éstas.

9.1. Investigación mineralógica.

Se usan los siguientes instrumentos y métodos:

Microscopio, análisis térmico, microscopio electrónico, Microradiografías (con rayos X), fotografías de polvos por difracción con rayos X y análisis químicos.

9.2. Color.

Es este en algunos casos guía de impurezas o errores en el ciclo de cochura.

9.3. Tamaño.

Es de vital importancia en ciertos productos de orden industrial. Causas de variación del tamaño pueden deberse a variaciones en la composición química o tamaños de partícula y errores en la preparación de las pastas, especialmente en el contenido de agua, inexactitudes en matrices y herramientas, variaciones en la contracción durante la cochura debida a diferencias en las temperaturas, tiempos o atmósfera y/o a la deformación o hinchamiento de las piezas.

Los instrumentos son los de medición comunmente usados, como: plantillas, vernier, tornillos micrométricos etc., existiendo normas de calidad para cada tipo de producto.

9.4. Inspección con rayos X de las piezas crudas o cocidas.

Es un método útil para la detección de huecos, laminaciones e inclusiones en las piezas sin tener que proceder a su destrucción.

9.5. Densidad.

a) Densidad verdadera, absoluta o simplemente densidad, es la que toma el volumen del sólido unicamente para lo cual es necesario triturar la muestra hasta un tamaño de partícula normalizado que depende del tipo de pasta.

b) Densidad aparente de sólidos. En esta se toma el volumen del material y el de los poros cerrados.

c) Densidad a granel o densidad aparente, se toma el volumen con todos los poros.

Un método comun usado se basa en la pérdida de peso al ser el cuerpo sumergido en agua (principio de Arquimides).

Pérdida en peso = volumen del fluido desplazado x densidad del líquido. = volumen del sólido x densidad del líquido.

Volumen del sólido = $\frac{\text{Pérdida en peso}}{\text{densidad del líquido}}$

Al dividir la masa entre el volumen para obtener la densidad, si el volumen es el de cuerpo y poros esta será la densidad aparente.

te o a granel, y si el volumen es el de cuerpo y poros internos será la densidad aparente de sólidos.

9.6. Porosidad.

a) Porosidad aparente es la relación del volumen de los poros abiertos al volumen a granel.

b) Porosidad verdadera, el volumen de poros abiertos y cerrados al volumen a granel.

c) Porosidad cerrada, la relación del volumen de poros cerrados a volumen a granel.

Está relacionada con la densidad:

$$\text{Porosidad aparente} = 100 \left(1 - \frac{\text{Densidad a granel}}{\text{Densidad aparente sólida}} \right)$$

$$\text{Porosidad verdadera} = 100 \left(1 - \frac{\text{Densidad a granel}}{\text{Densidad verdadera}} \right)$$

$$\text{Porosidad cerrada} = 100 \left(\frac{\text{Densidad a granel}}{\text{D.A.sólida}} - \frac{1}{\text{D.Ver.}} \right)$$

9.7. Absorción de agua.

Se expresa ésta como un porcentaje del peso o volumen ganado por la pieza por el agua absorbida, y como esta cantidad depende del método deberá hacerse referencia a la norma o método usado para su cálculo. Esta medida es una forma de medir la porosidad abierta.

Otras pruebas más se usan para materiales como: filtros, difusores, diágramas, etc. como son cálculo del movimiento de humedad, diámetro máximo de poro, permeabilidad, distribución de poros y textura en la superficie.

Además de las anteriores propiedades podemos calcular otras: mecánicas, térmicas, químicas, eléctricas o cuyo interés dependerá básicamente del uso de la pieza.

Citamos a continuación las principales variables de cada tipo:

Mecánicas; módulo de elasticidad, resistencia a la tracción, a la compresión; módulo de ruptura, resistencia a la torsión al corte y al impacto; dureza, pruebas hidráulicas, resistencia a

la abrasión.

Térmicas; coeficientes de expansión, calor específico, conductividad térmica, transmitancia, resistencia, conductancia, refractariedad, refractariedad bajo carga y resistencia al choque térmico.

Químicas; resistencia a la hidratación, a los ácidos, - contenidos de sales solubles, eflorencias, hierro soluble en - los ácidos, resistencia al ataque químico de escorias, monóxido - de carbono etc.

Eléctricas; siendo una rama muy importante de la cerámica, existen en la mayoría de los países códigos que normalizan - las características de la producción destinada a este uso.

Debido a la gran cantidad de variables es necesario relacionar aquellas que tienen un interés real según el tipo de cerámica o el uso que se le va a dar. Singer presenta una tabla en la que clasifica la producción y reporta los ensayos recomendados.

D. Pruebas en barnices.

Las condiciones y propiedades básicas de estas como capas finas depositadas sobre superficies de pastas presentan dificultad en su investigación. La composición de un vidriado maduro no corresponde exactamente a la calculada a partir de la carga de debido a pérdidas de los constituyentes por volatilización y a las interacciones con la superficie del cuerpo que puede añadir o quitar algún material y además las propiedades de una lámina fina no son las mismas que las de una masa de vidrio.

Se investigan las suspensiones de barniz en cuanto a - propiedades como viscosidad, densidad, tamaño de partícula, etc. al igual que las suspensiones de arcilla. Además de estas propiedades tiene importancia la adaptabilidad a la pasta para lo cual Harman propone un método basado en el cálculo de tres propiedades: "coherencia", "receptividad" y "captación".

Cohercencia (C) está definida como el peso de barniz que se adhiere a la unidad de area de una placa de vidrio después de su inmersión en él y su separación a una velocidad constante de 1

cm/seg. Sus unidades son gr/cm^2 .

Receptividad (R) es el peso de agua absorbido por centímetro cuadrado en la superficie de una pieza cocida o no multiplicado por 10^4 .

Captación (P) es el peso en gramos de un barniz seco depositado por centímetro cuadrado de superficie del mismo.

La coherencia se grafica en función del contenido de arcilla obteniéndose gráficas lineales u otras que presentan máximos agudos. Cuando se representa la receptividad contra la captación manteniendo la coherencia, constante o la captación en función de la coherencia manteniendo constante la receptividad, se obtienen ecuaciones lineales.

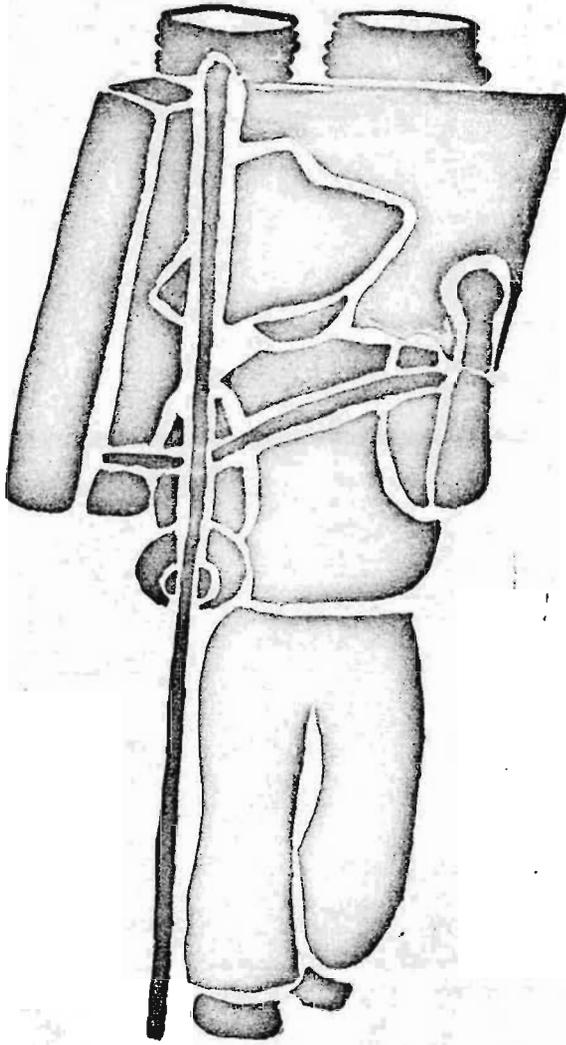
Los barnices en una pieza se inspeccionan visualmente o con una lente en cuanto a color, brillo, cuarteado, ampollas, arrugado, etc. Existen diversos métodos de inspección con microscopio que según el tipo de iluminación harán resaltar ciertas cualidades o defectos en un vidriado, otras en que el vidriado es destruido, tratado y analizado con el microscopio.

Cuando las piezas no presentan grietas al salir del horno pueden someterse a una serie de ciclos térmicos a fin de averiguar el asentamiento del vidriado. Para vajillas de mesa los ciclos varían de agua hirviendo a agua fría, en tanto que para otros materiales las temperaturas son más elevadas; el autoclave también es usado en algunos casos.

En ocasiones en las que no puede medirse una propiedad se adopta un método indirecto. Como ejemplo de esto en base al índice de refracción puede seguirse la composición de un vidriado si antes se han preparado muestras.

Otra prueba que se hace en un barniz es su dureza para lo cual existen pruebas normalizadas.

Además hay pruebas para el cálculo de algunas propiedades, tamaño de película, etc., aparte de las de solubilidad del plomo a que hicimos referencia y de algunos otros metales. Así como algunas otras enfocadas a la duración de la decoración sobre barniz.

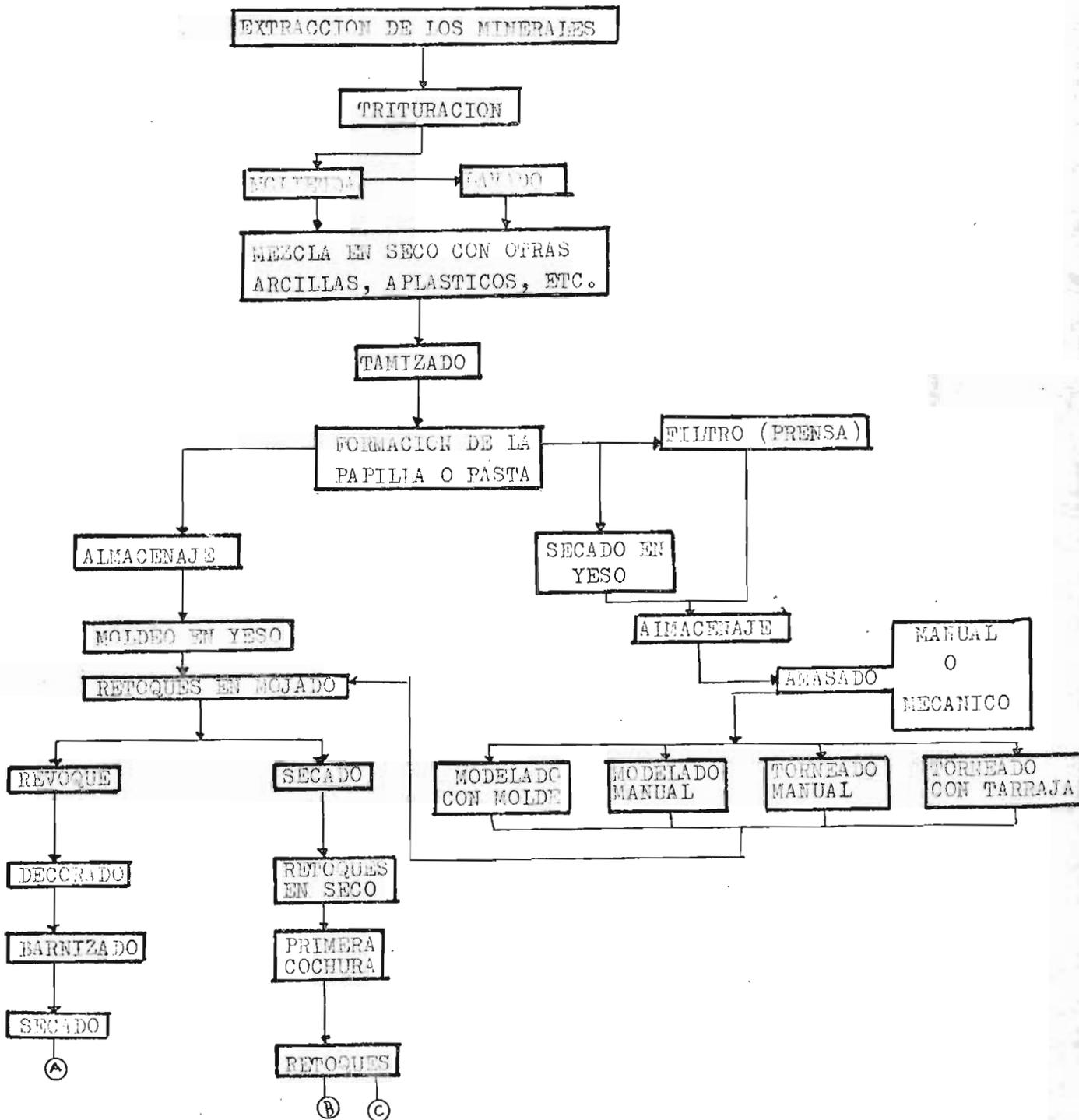


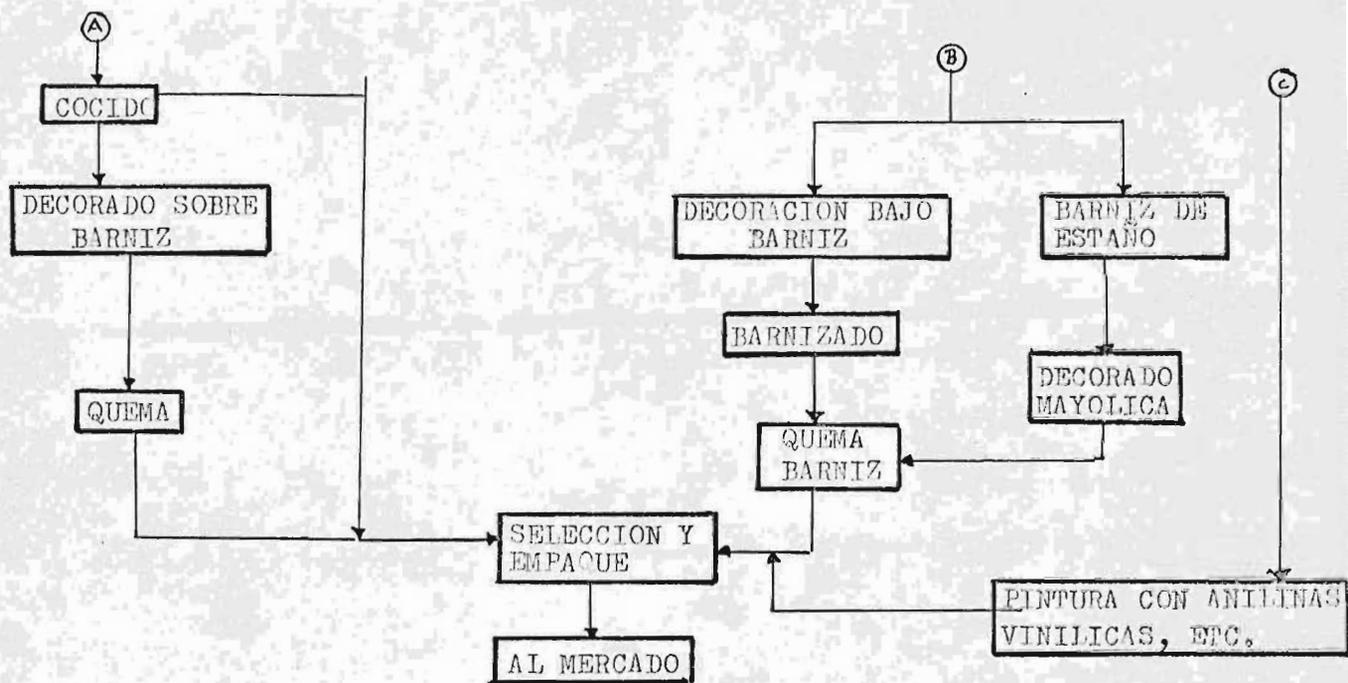
XV - producción

XV. PRODUCCION

A. Etapas en la producción.

Hemos tratado en la parte anterior de este trabajo de seguir la secuencia de pasos que se dan en la producción de objetos de artesanía. Pero a fin de dar una idea general de éstos presentamos a continuación un diagrama de flujo de la producción artesanal.





Son estos los pasos que se siguen en la producción, algunas veces realizados por un solo artesano, por los miembros de un taller y otras entre varios talleres.

El taller familiar es la principal forma de organización en la alfarería y en general en todas las artesanías usándose como local casi siempre parte de la casa habitación o el solar familiar del artesano en el que se realizan todas las operaciones conectadas con la elaboración, empaque y algunas veces también las ventas del producto.

La economía y los gastos (y por lo tanto los costos de manufactura) son difíciles de determinar, pues están ligados muchos de ellos a los familiares como son: renta, contribuciones, corriente eléctrica, agua, etc. y el tiempo y gastos que se hacen para la adquisición de materia prima y para la venta se mezclan con otras actividades por lo que es difícil estimarlas con precisión, tanto para el que estudia como para el propio artesano que muchas veces ni los toma en cuenta al establecer su precio de venta.

B. Algunas características de los centros productores.

A continuación presentamos algunas características de los pueblos productores y de su producción obtenidas casi todas del último libro de Carlos Espejel (1) el cual, cabe mencionar es un excelente documento gráfico sobre la cerámica popular en donde a través de sus fotografías y comentarios da una idea clara del tipo de objetos, técnicas, así como de algunos aspectos socio culturales de la población dedicada a esta actividad:

1. Estado de México Es este Estado uno de los más importantes por el volumen de su producción, la cual ha sido desarrollada de unos cuantos años a la fecha por su cercanía a la ciudad de México. Destaca este Estado como principal productor de loza vidriada y por su producción de alta temperatura en los proyectos del Gobierno del Estado.

Como Centros Productores	{	Metepec
		Tecomatepec
		Santa Cruz de Arriba
		Valle de Bravo
		Santiago Cuachichitán
		Municipio de Temazcaltzingo
Mercados	{	Toluca
		Ixtapan
		Ixtlahuaca
		Atlacomulco.
		Sn. Felipe del Progreso

1.1 Metepec:

Tipo de cerámica	{	Barro vidriado: Cazuelas, jarros, vajillas y fruteros
		Barro policromado: Arboles de la vida, floreros, soles, candelabros y otras figuras.

Es aquí la alfarería ocupación de hombres y mujeres, hecha a mano o en molde, para algunos es ocupación de tiempo completo y para los mas complemento de la agricultura.

(1) Carlos Espejel. Cerámica Popular Mexicana, Editorial Blume., Barcelona, España, 1975.

En cuanto a materiales se usa arcilla de Ocotitlán, pueblo cercano, la cual compran alrededor de \$50.00 los 100 kilogramos, a la que se agrega plumilla de tule la que da dureza a las piezas en crudo, ésta cuesta aproximadamente \$120.00 los 30 kilogramos, y por último se agrega a la pasta ceniza de abono la que cambian por cazuelas en un pueblo cercano, ésta se usa para evitar que el barro se pegue a los moldes y facilitar el vidriado.

Después de formadas las piezas se queman en hornos circulares de cielo abierto y adobe refractario.

La decoración del barro policromado se lleva a cabo mediante anilinas, que en algunos casos se han cambiado por el uso de vinílicas y pinturas de aceite, y los vidriados de tipo industrial.

1.2. Tecomatepec:
Tipo de Cerámica { Jarros de alto cuello decorados al pincel en líneas negras o manchas.
Cazuelas vidriadas, figuras de ornato.

Es la actividad básica de 250 a 300 hombres, complementada por la agricultura, organizada en talleres familiares.

El barro usado se extrae de yacimientos cercanos con costos de \$5.00 por burro ó \$160.00 por carro.

El trabajo se hace en molde y es desarrollada esta fase sólo por los hombres, la quema se efectúa con leña en hornos circulares.

La loza es decorada al pincel (que ellos fabrican de pelo de gato) por hombres y mujeres.

1.3. Valle de Bravo
Tipo de Cerámica { B barro vidriado Platos
Jarros
Macetas
Cerámica de alta temp. Vajillas
Fruteros

Hay aproximadamente unos cien alfareros. Se quema con leña en algunos casos y en otros con petróleo, se efectúan dos -

quemadas, la primera de cuatro horas y la segunda de cinco.

Los vidriados de color negro, café oscuro, verde y amarillo se hacen con gretas muy gruesas por lo que se escurren.

1.4 Santa Cruz de Arriba.

Tipo de Cerámica	}	Barro vidriado:	Ollas, cazuelas
			arroceras de fondo plano
			moleras de tres asas
			jarros y alcancías

Es una actividad de hombres y mujeres y sus piezas se trabajan al molde y después se tallan con un pedazo de costal para quitarles lo poroso, el barro es usado sin ningún agregado y proviene de yacimientos cercanos.

Se quema con leña pero es difícil de conseguir.

Las pinturas son industriales, excepto el verde que es preparado con cobre, el cual queman en barro para obtener la "capa" que luego muelen y disuelven en agua para usarlo.

Este pueblo es un caso especial dentro de la alfarería mexicana ya que los artesanos (aproximadamente 23) tienen locales para la venta de sus productos, en los mercados de Texcoco y en la Hacienda de las Flores, cedidos por el Gobierno del Estado. En algunos casos tienen camiones pequeños para el transporte de sus piezas.

2. Estado de Puebla.

Es este estado uno de los pocos en que la actividad alfarera no es una actividad en decadencia, sino por el contrario tienen un gran desarrollo. Aquí la alfarería ha conservado su tradición en técnicas, organización y producción desde sus raíces - que datan de tiempos de la Colonia, cuando los primeros alfareros se establecieron en la ciudad o de tiempos prehispánicos en poblados que debido a su marginación en el desarrollo del país han conservado su legado cultural con muy pocas modificaciones.

Muy importante es el monto de su producción que en 1968 se estimaba en 10 millones de pesos, sin tomar en cuenta la pro-

ducción de talavera que aporta varios más al total.

Centros Productores	{	Acatlán Huaquechula Amozoc Izucar de Matamoros Altepexi Los Reyes Santa Cruz Sautla Tehuiztingo Puebla San Miguel Tenextatiloyan Chignahupán San Martín Texmelucan San Marcos Aquixtla
------------------------	---	---

Mercados:

La loza comun es absorbida por los mercados en todas las poblaciones importantes del Estado y la de tipo ornamental a mercados urbanos, principalmente Puebla y el Distrito Federal. La loza de tipo vidriado es de consumo regional con mayor alcance que la de una sola cochura y la venta se hace generalmente a través de intemediarios.

2.1. Ciudad de Puebla.

Tipos de Cerámica	{	Talavera: Tibores, vajillas, azulejos y otras formas para decoración. Vidriado: Jarros, braceros, cazuelas, incensarios, candelabros y miniaturas.
----------------------	---	---

En la producción de talavera se usan dos tipos de barro: el negro que proviene del cerro de Loreto y el blanco de Valsequillo, los cuales se mezclan en iguales cantidades para formar la pasta después de lavarlos con agua. Se usa el torno de pie para dar la forma al cuerpo el cual se llena a la primera quema llamada "jaguete" y después se barniza con un barniz de estaño y se de co ra con óxido azul característico en la segunda quema.

Esta actividad se lleva a cabo en talleres familiares con obreros de tiempo completo y es realizado por hombres y mujeres.

Además de la talavera la Ciudad de Puebla produce en el barrio de la Luz y el de la Cocota objetos de cerámica roja vidriada de uso doméstico y negro de uso ceremonial. Aquí el barro es trabajado - manualmente y en torno y sus piezas son de paredes muy gruesas.

Las condiciones socio-económicas de estos barrios son - alarmantes, su vivienda que funciona como taller son cuartos dentro de vecindades que carecen de los mas elementales servicios.

Existen alrededor de 30 talleres y la quema se realiza en 10 hornos colectivos y algunos de los productores venden sus - piezas en crudo.

2.2. Huaquechula.

Tipos de Cerámica	{	Doméstico:	Cántaros, comales sin vidriar.
		Ceremonial:	Decorado con anilinas

En este poblado de gran tradición alfarera esta actividad es ya decadente y excepto 6 ó 7 familias que producen loza do méstica irregularmente como complemento de la actividad agrícola, las únicas que siguen produciendo objetos son las mujeres de 20 ó 30 familias, más por apego a tradición que como una actividad pro ductiva y sólo es realizada en vísperas de las fiestas.

2.3. Izúcar de Matamoros.

Tipo de Cerámica	{	Ornamental:	Candeleros y de barro policromado
------------------	---	-------------	-----------------------------------

Solamente dos familias se dedican a esta actividad en - este poblado al sur del Estado ya que siendo una comunidad con me jores recursos la alfarería no desempeña un papel económico de im portancia. Sin embargo, las características de su cerámica sin vi driar la han hecho una de las variedades con gran demanda por su originalidad.

Las piezas se elaboran con barro sin mezclar, a mano, - con figuras al molde, después de quemadas se les da un baño con - óxido de zinc y blanco de españa para lograr el fondo blanco so bre el cual se decora al pincel con anilinas disueltas en agua, a

plicándose sobre éstas un barniz fabricado con oyamel y goma de no pal para fijar la pintura.

2.4. Acatlán.

Situado sobre la carretera que une las ciudades de Puebla y Oaxaca es el centro más importante del Estado encontrando - más de 200 alfareros, para muchos de los cuales es ocupación de - tiempo completo.

Tipo de Cerámica	{	Uso doméstico: Sin vidriar, barro de una cochura.
		Ornamental: Decorado con anilinas y negro.

El alfarero no cuela el barro antes de usarlo y el combustible usado son las brazas secas de un cactus de la región.

La producción es muy variada ya que su proximidad con - otros centros, la demanda turística y la de mayoristas ha originado el desarrollo de cerámicas como la negra de Coyotepec. Sin embargo, las tinajas de gran tamaño son tradicionales de aquí, teniendo un costo aproximado de \$45.00 la chica y de \$90.00 la grande (1 metro de alto y .80 cm. en su parte ancha) pero aun con estos bajos costos la actividad alfarera es aquí más remunerativa - que en otros lugares.

2.5. Otros Poblados.

Altepexi, situado en una región árida, su agricultura es pobre y la economía se ayuda de la alfarería como sucede en las poblaciones indígenas del Estado. En los Reyes, Mezontla, San Marcos Acteopan y San Miguel Tenaxtitloyan su alfarería en muchos casos aporta el principal o único ingreso ya que la agricultura es muy escasa.

3. Oaxaca.

En este Estado la actividad artesanal está muy difundida, quizá debido a la gran dispersión de la población y a que industrialmente es uno de los estados de mayor atraso.

La cerámica de este lugar ha permanecido arraigada a vie

jas tradiciones y aunque de mucha demanda en todo el país sigue - siendo en la mayoría de los casos una subocupación que ayuda al - escaso ingreso de la agricultura o es complementada por éste cuan- do la alfarería es la principal fuente de ingresos. Aun en Coyote- pec cuya cerámica negra es muy cotizada son muy pocos los produc- tores que con su ingreso pueden tener un nivel de vida aceptable.

Centros Productores	}	San Bartolo Coyotepec
		Santa María Atzompa
		Oaxaca
		Río Blanco
		Ocotlán
		Región del Istmo
		San Blas Atempa
		Juchitán
		Ixtaltepec
		Jamiltepec
Huazolotitlan		

Mercados:

La ciudad de Oaxaca ha sido conocida dentro y fuera del país por la amplia gama de productos artesanales que allí concu- rren, siendo hoy uno de los principales centros de comercio de ar- tesanías en donde el turismo extranjero adquiere estos productos. Aquí los comerciantes son de lo más variado encontrando en la zo- na de la plaza y el mercado desde el comerciante con buenos loca- les que sólo se dedica a esta rama de la actividad hasta el vende- dor indígena con su indumentaria típica, que siendo productor a- carrea su mercancía que vende ya sea en el propio mercado o deam- bulando por las calles.

Por otro lado, a la ciudad de México llegan gran canti- dad de productos por medio de los intermediarios entre el produc- tor y el comerciante.

En Coyotepec se han establecido comercios pequeños por- los mismos productores en los que la venta se hace al turismo na- cional y extranjero que concurre a este lugar.

En la región de la costa y el Istmo la venta se hace en los mercados o tianguis de algunas poblaciones siendo su produc -

ción de consumo regional.

3.1. San Bartolo Coyotepec.

Tipo de Cerámica { Barro Negro: Cántaros, figurillas, candelabros ect.

Es esta una de las cerámicas más conocidas dentro y fuera del país en sus formas tradicionales y en su clásico color negro obtenido al quemar en fuego fuertemente reductor.

El barro o arcilla es llevado de la mina cercana y después de formada la pasta es amasada por unos pocos minutos, luego en la elaboración de un cántaro (la forma más tradicional) la masa tiene una forma esférica la cual es bolpeada con el puño para dar la forma básica. Después de esto se colocan dos recipientes de fondo cilíndrico uno sobre el otro y sobre el segundo la forma básica; con esta primitiva "rueda" es terminado hasta adquirir la forma cilíndrica con sólo una abertura. La boca es formada entonces y pegada a la esfera, después con un pedazo de cuero mojado el cántaro es torneado para darle la forma final. A continuación es puesto a secar por unos cuatro días hasta que tiene la consistencia del cuero, y entonces es pulido con un pedazo de lámina y puesto a secar otros cuatro días, por último es bruñido con un pedazo de cuarzo lo que da el lustre tan característico de estas piezas.

Pasados unos quince días el cántaro es quemado en hornos circulares bajo tierra y de leña, operación que se hace durante la noche pues es más fácil observar el color de la flama con el que se guían los alfareros para dar el fuego reductor necesario.

3.2. Santa María Atzompa.

Tipo de Cerámica { Barro vidriado en verde: Cazuelas, ollas, apaxtles, juguetes y miniaturas

Situado cerca de la población de Oaxaca toda su producción concurre al mercado de esta ciudad, casi la totalidad de sus habitantes, aproximadamente 600 familias se dedican a la alfarería y a la agricultura.

El barro usado es una mezcla de uno de mejor calidad que compran -

en \$25.00 "medida" (aproximadamente 30 ó 40 Kg.) y el extraído de sus propios terrenos con mayor contenido de arena y menos plástico.

Las piezas son formadas manualmente o en los "volteadores", rueda primitiva como la usada en San Bartolo. La primera que ma dura aproximadamente 4 horas y es hecha en la tarde para descargar en la mañana los hornos circulares de cielo abierto, que usan leña como combustible. El barniz utilizado comprado a comerciantes y de tipo industrial con alto contenido de plomo, es aplicado sumergiendo la pieza, después de secado al sol es quemado durante 4 horas más o menos.

3.3 Ciudad de Oaxaca.

Tipo de Cerámica	{	Loza chorreada:	Formas de loza para mesa y macetas.

Característica de la ciudad es su loza chorreada, llamada así por el tipo de barniz que después de ser aplicado sobre la pasta blanca es dejado escurrir durante la quema.

3.4. Río Blanco.

Tipo de Cerámica	{	Jarros chorreados de una sola cochura.

Situado en la sierra y de difícil acceso es poco conocido este pueblo y su actividad alfarera que siendo escasa hemos incluido en este trabajo, debido a lo original de su técnica y diseño en el decorado.

En la formación de los jarros, actividad reservada a las mujeres, se comienza colocando el barro sobre una tabla en el piso, se ahueca con la mano para formar un tazón que luego va aumentando de tamaño al serle colocados rollos de barro en los bordes, el exterior durante esta operación es raspado con un pedazo de cuero. Después se quema y cuando está caliente se retira del horno y se le va dejando caer una tintura de encino preparada por ellos la que deja manchas oscuras al quemarse al contacto con el barro caliente y la acción reductora sobre zonas específicas de la pieza.

En este poblado la producción resulta ya incosteable, - pues los precios de \$6.00, \$8.00 y \$10.00 la pieza de 40 cm. no deja utilidad a los alfareros y así aunque las piezas son solici-
tadas en el mercado de Nochistlán su producción ha venido a menos de unos años a la fecha.

3.5 Ocotlán de Morelos.

Tipo de Cerámica { Figuras de barro moleladas a mano y decoradas con vinílica e incensarios para las - festividades de muertos.

Situado adelante de Coyotepec la calidad de las piezas ha disminuido al cambiar el uso de anilinas por pinturas vinílicas y al incrementar su producción.

Región del Istmo

3.6. Tehuantepec.

Tipo de Cerámica { Tanguyús y otro tipo de juguetes, barro de una cochura, decorado con anilinas.

Estas figurillas son una de las muestras más representativas de la juguetería popular de nuestro pueblo, su nombre - "tanguyú" que significa mujer de la tierra en zapoteco, refleja la tradición que rodeaba al juguete popular en México.

En su decoración se incluye la técnica del pastillaje y en su apariencia imitan el traje de lujo de las tehuanas y las pinceladas doradas recuerdan la joyería de oro que estas mujeres acostumbraban usar durante las fiestas.

Esta juguetería se hacía para el seis de enero en que se regalaba a los niños, pero ahora se hace todo el año y en muchos casos ha dejado de ser una verdadera expresión popular para adquirir las características de un producto comercial de baja calidad.

3.7. San Blas Atempa.

Tipo de Cerámica { Tinajeros de barro de una cochura.

Característica de este poblado son las grandes ollas y tinajeros de barro de una cochura algunas veces decorado al pastillaje. Estas tinajeras son las formas clásicas y consisten de una figura de un metro de altura que sostiene una cazuela sobre su cabeza, la cual se llena de arena húmeda en la que se asienta una olla con agua para enfriarla.

3.8. Ixtaltepec.

Tipo de Cerámica Barro de una cochura:

Enfriaderas para agua macetas, platos, comales y comixcales, juguetería decorada con pintura de aceite.

Es el principal productor del Istmo llegando su loza a mercados tan lejanos como el de Tuxtla Gutiérrez en Chiapas.

Por otra parte, este es uno de los pocos lugares en donde en la manufactura de sus piezas se utiliza el torno para dar la forma.

El decorado de la juguetería es hecho a mano y en ella las anilinas han sido substituidas por las pinturas de aceite.

3.9. Otros Poblados.

En la región de la costa del Pacífico en Jamiltepec, se hace una cerámica de tipo indígena muy tradicional: muñecas, tortuguitas y cantarios decorados al pincel sobre un revoque blanco y en Huazolotitlan se hace juguetería en barro café adornado sólo con pinceladas blancas.

Por otro lado, en Tabeo se produce el llamado barro naranja, por su color, único en la República, que se vende en Yalalag. Por último en Nixistlan se produce cerámica en forma de jarrros, ollas alargadas, vasijas en forma de zapato con un asa, cuya forma fue usada por pueblos de la antigüedad, esto se hace en barro café decorado con rayas rojas y negras de estilo primitivo.

4. Guerrero.

Este Estado ha sido uno de los que ha permanecido más al margen del progreso del país y en la actividad alfarera es -

grande. Se hace aquí alfarería de una sola cochura y los centros productores están diseminados por todo el Estado. Se ha conservado en la mayoría de los casos ajena a influencias extrañas y de consumo regional por la incomunicación que existe en este Estado, lo que la ha hecho ser no muy conocida fuera estos sitios.

Centros Productores:	{	Tecpan de Galeana	Atzacoyalaya
		Ameyaltepec	Chauzingo
		El Zarquito	Zacualpan
		Coacoyul	Tlaxcahuacán
		Zumpango del Río	San Marcos
		San Agustín	Ajuchitán
		Tulimán	Magdalena
		Chilapa	Tiringueo
		Tixtla	Telcloapan
		Ayahualco	Ahuacatitlan

Mercados:

Como mencionamos antes casi toda la producción es de carácter regional vendiéndose en los mercados de las poblaciones y en el caso de los centros cercanos a la costa en Acapulco. Caso especial es el de Ameyaltepec, cuyas piezas tienen gran demanda en la Ciudad de México por su carácter ingenuo y tradicional que les confiere un valor especial y en Coacoyul la producción es vendida a comerciantes de Chilpancingo.

4.1. Tecpan de Galeana.

Tipo de Cerámica	{	Barro de una	Ollas, tinajas,
		cochura:	hornillas

El barro usado es muy grueso, las piezas muy buscadas en la región ya que sirven para cocinar.

La actividad alfarera aquí es de carácter femenino y las piezas son hechas a mano, las modelan y alisan usando un pedazo de olote para estirar la pasta. Los elementos decorativos al igual que la técnica usada son muy sencillos, lo cual les confiere un carácter especial dentro de los objetos de artesanía.

4.2. Coacoyul.

Tipo de Cerámica	{	Barro Rojo pulido:	Hornillas, cazuelas, barriles y comales.
------------------	---	--------------------	--

La abundancia de barro en esta región hace que las paredes de sus casas al igual que las cocinas se construyan de este material, un barro rojo muy brillante. Aquí la actividad alfarera familiar es exclusiva de la población femenina. Los hornos son circulares de adobe, de cielo abierto.

Características de aquí son las grandes ollas producidas por Santos Galeana, en que para hacerlas la alfarera debe introducirse dentro de ellas.

4.3. El Zarquito.

Tipo de Cerámica { Barro muy delgado casi blanco de una sola cochura: Cántaros y bules

Este núcleo alfarero surte a toda la región en la frontera entre los Estados de Guerrero y Michoacán, de sus cántaros y bules hechos de barro casi blanco muy delgado pero resistente decorados con motivos florales al pincel.

4.4. Zumpango del Río.

Tipo de Cerámica { Barro de muy baja temperatura: Ollas, cántaros y macetas.

Situado en la región del centro del Estado este poblado tiene una alfarería muy primitiva y la loza producida por las mujeres del pueblo es frágil y porosa, ya que se quema a fuego abierto. Su loza se decora con motivos florales de color rojizo sobre un fondo claro para lo que se usan pinturas que los mismos artesanos preparan a base de tierras. Su producción es vendida a comerciantes de Chilpancingo que acuden a comprarla el sábado que es el día de la quema.

Otros poblados:

En la Región de Tierra Caliente:

4.5. Ajuchitán.

Produce cántaros antropomorfos y ollas decoradas al pincel o labradas al molde.

4.6. Magdalena, Acapetlahuaya y Tiregüeo.

Loza corriente de consumo familiar que no se vende.

4.7. Teloloapan y Ahuacatitlan.

Teja de barro y juguetería.

En la región de la sierra:

4.8. Tixtla, Ayahualco y Atzacotalaya.

Producen cazuelas, torteros, ollas y cántaros e barro - de una cochura con franjas rojas que se venden en el mercado de Chilapa.

4.9. Chilapa.

Uno de los pocos lugares de este Estado en donde se trabaja el vidriado, produce cazuelas, jarros y juguetería, decorado con simples líneas de color negro.

4.10 Chaucingo, Zacualpan y Tlaxcahuacán.

Loza corriente que se vende en el mercado de Olinalá.

4.11. Acatlan.

Produce juguetería policromada y barnizada.

4.12 Ameyaltepec, Tuliman y San Agustín.

En toda la zona indígena comprendida entre estos tres pueblos se produce la loza más conocida de este Estado, pequeñas figuras y cántaros de muchas formas, hechos a mano y decorados al pincel con motivos florales y zoomorfos. La decoración se hace en base a trazos muy sencillos lo que al lado de la pieza da a toda la obra el carácter tan especial de simplicidad del arte primitivo.

Es de tanta demanda esta loza que su producción crece cada día llegando hasta los mercados de la frontera norte del país.

En la Costa Chica:

4.13. San Marcos.

Se elaboran aquí: cántaros, tinajas y alcancías de barro rojo decorado con motivos florales en blanco.

4.14. San Cristóbal.

Se distingue éste por sus cántaros, tinajas y aguamani-
les decorados con manchas rojas sobre un engobe blanco que cubre
toda la pieza, que se venden en Ometepec, en donde también se pro-
ducen ollas y cazuelas en un barro rojo que se quema sin horno.

5. Michoacán.

La cerámica producida en este Estado es una de las más
apegadas a la tradición que data en algunos casos, de tiempos de
la Colonia, cuando muchos centros florecieron con técnicas como
el vidriado traído por los españoles y en otros, de la época pre-
hispánica.

Centros Productores: {
Tzintzuntzan
Santa Fe de la Laguna
Huansito
Ochumichu
Cocucho
San José de Gracia
Patamban
Capula

Mercados:

La artesanía de este Estado al lado de Jalisco, Puebla
y México es una de las que tienen gran demanda en la República,
además que debido al desarrollo de otras artesanías como la made-
ra y el cobre ha sido un Estado caracterizado por su alta calidad
en la producción artesanal, lo cual ha propiciado un flujo turís-
tico a la Entidad.

Dentro del Estado, Uruapan y Tzintzuntzan son los prin-
cipales centros a donde concurre la producción alfarera. En espe-
cial en Uruapan en la fiesta del Domingo de Ramos, llegan produc-
tores de todo el Estado, otra festividad se realiza en Pamban el
último domingo de Octubre, a donde también concurren alfareros de
todo el Estado. Además en Morelia en su mercado y tiendas se pue-
de encontrar la bza de casi toda la región.

Al Distrito Federal llegan algunos tipos de cerámica -
como las vajillas de Patamban, las "piñas" de Santa Fe de la La-
guna o la loza de Tzintzuntzan.

Al igual que en los otros estados algunos alfareros van a vender sus piezas a los mercados cercanos, otros venden su producción a mayoristas y algunos en poblaciones mayores tienen sus propios locales para la venta.

5.1. Tzintzuntzan.

Tipo de Cerámica	{	Cerámica blanca: Loza de mesa, platos, cajetes, soperas, y fig urillas.
		Vidriado en verde: vajillas, macetas, platonos, etc.
		Barro rojo bruñido: Ollas, botellones y otras vasijas.

En este poblado la alfarería ha sido de mucha importancia en la economía familiar como una actividad de tiempo completo en algunos casos y en otros como complemento de la agricultura, pero sea de una u otra forma ha representado al lado de la agricultura la principal actividad. Por otra parte es uno de los pocos lugares en que se han hecho estudios antropológicos completos y han sido publicados (1). Existe además el antecedente de un proyecto para mejorar la actividad alfarera que fracasó por diversas razones y que conviene tomar como experiencia para nuevas planeaciones.

En cuanto a su cerámica se producen aquí gran variedad de formas, estilos y decorados; la cerámica blanca es la mas tradicional, decorada al pincel con figuras que representan motivos locales de gran sencillez algunos como los de la cerámica más antigua. Otro tipo muy conocido y de gran demanda local y en los principales mercados de la República son los vidriados en verde que en una gran variedad de formas decoran al pincel.

Otra cerámica importante es la que se hace en barro rojo bruñido lo cual ejecutan con un bruñidor, con el que hacen figuras de flores, espirales y petatillos de clara inspiración indígena. Otros alfareros hacen una cerámica bruñida con diseños -

(1) G.M. Foster, Tzin TzunTzan, Fondo de Cultura Económica, México D.F., 1972

copiados de piezas arqueológicas. Por último, la comunicación y la habilidad de los alfareros los ha hecho desarrollar estilos - de otras regiones cercanas, la cual tiene demanda en esta población.

De los materiales, las arcillas son obtenidas de la región del lago de Pátzcuaro y los barnices usados del tipo industrial de plomo. La loza se quema con leña en hornos circulares - de cielo abierto.

5.2. Santa Fe de la Laguna.

Tipo de cerámica	{ Barro vidriado en negro, decorado al pastillaje	Candelabros, copaleros, ollas, jarros, platos, etc.
------------------	---	---

Son característicos de esta población la llamada loza de difuntos que se fabrica el mes de octubre para la festividad de difuntos en sus formas tradicionales: candeleros y copaleros que se colocan junto con las ofrendas en los altares, costumbre que no es sólo de este Estado sino muy común en toda la República. Y durante todo el año se elaboran ollas con aplicaciones al pastillaje de hojas y flores sobre la superficie, las asas y - las tapaderas de la pieza; muy típicas de aquí, son las llamadas "poncheras", con ganchos de los que cuelgan las tazas y una tapadera profusamente decorada.

5.3. Huansito.

Tipo de Cerámica	{ Barro de una cochura, fondeados en rojo y bruñido. Cántaros y ollas, loza vidriada decorada al pastillaje de uso doméstico.
------------------	---

Situado a orillas del lago de Pátzcuaro ésta, al igual que casi todas las poblaciones ha conservado su carácter indígena, el que se refleja en su producción.

Se trabaja al molde y es desarrollada por hombres y mujeres, pero de la pintura únicamente se encargan los hombres. Una de las formas más comunes son los cántaros fondeados en rojo con pinceladas blancas y negras, bruñidos. Recientemente se han

introducido más colores. El color rojo con el que son bañadas las piezas es preparado por los alfareros de tierras traídas de un poblado cercano.

La loza se vende casi todo a mayoristas y de allí va a los mercados de la región, éstos pagan precios muy bajos por las piezas. Como ejemplo de esto, podemos ver que un artesano que fabrica diez docenas de jarros en una quincena, se le pagan por ello \$240.00, lo cual da un ingreso familiar de quinientos pesos al mes, situación verdaderamente alarmante si se toma en cuenta que con esto deben vivir los cinco miembros del núcleo familiar.

Es este otro caso en que urge, a nuestro parecer, la intervención del Estado, a fin de que puedan tener mejores oportunidades los alfareros de este lugar, sin menoscabo de su capacidad creadora.

5.4. Patamban.

Tipo de Cerámica	Barro "Cambray"	{ ollas, jarros, tazas, miniaturas, etc.
	Barro bruñido, loza vidriada, fondo oscuro y motivos en verde:	{ vajillas, fruteros, ollas, etc.
	Loza decorada al pastillaje vidriado en verde.	{ Piñas, poncheras y ollas con tapas.

Con una población de 6 000 habitantes en donde el 85% se dedica a la alfarería, Patamban, situado en la sierra tarasca, es el productor más importante del Estado, tanto en volumen de su producción como en calidad de sus piezas.

Aquí se produce por unos cuantos alfareros, la loza llamada cambray o cáscara de huevo, por lo delgado de las paredes, lo que destaca la habilidad de los artesanos, las piezas son formadas en molde y decoradas al pincel o bien vidriadas con un fondo café oscuro.

Se hacen también jarros bruñidos al estilo de Huansito

y su loza vidriada, moldeada y pintada a mano, decoración con ma tiz blanco a cuyo vidriado se mezcla óxido de cobre que le da la coloración verde intensa y las vajillas tienen gran demanda en toda la República, las piezas cuyo fondo es oscuro se pintan al pincel en verde, con motivos florales o animales.

Patamban surte a los mercados de Jiquilpan, Sahuayo, O cotlán y la Parca, además de que su loza llega a la frontera nor te y a la Ciudad de México.

5.5. Ochumichu.

Tipo de Cerámica { Figuras surrealistas en barro de una cochura.

Diez alfareros producen aquí una juguetería de barro muy especial y que en un tiempo tuvo la verdadera calidad de o bra de arte popular, mucho de lo cual se ha perdido al abandonar sus tradiciones por copiar ciertas formas, resultando éstas de muy mala calidad artística.

5.6. Cocula.

Se producen aquí: ollas de barro con paredes muy gruesas que son u sadas por la población in dígena.

5.7. San José de Gracia.

Tipo de cerámica { Se fabrica loza vidriada, parecida a la de Patambán, pero de menor calidad, ya que aquí la actividad alfarera no es de gran tradición.
Se produce loza de tipo suntuario engretada en verde, en sus formas clásicas "piñas" en lo que la decoración al pastillaje es trabajo minucioso por la gran cantidad de detalles.

5.8. Otros Centros:

Capula.

Tipo de cerámica { Loza vidriada de uso doméstico: vajillas, juegos de te, platonos, cazuelas y macetas decoradas con grecas y motivos florales.

Villa Morelos.

Tipo de cerámica { Barro viadriado por dentro, únicamente para uso cotidiano.

Zinaparo.

Tipo de cerámica { Se fabrican aquí piezas de barro color canela con pinceladas rojas.

Comanja.

Tipo de cerámica { Se hacen ollas en barro de una cochura.

Zinapécuaro.

Tipo de cerámica { Macetas y macetones decorados con motivos florales, fabricados al molde.

6. Jalisco.

La alfarería de Jalisco, al igual que sus otras artesanías tiene una clara influencia hispánica en sus formas y motivos en la decoración. Se produce en centros situados todos ellos alrededor de Guadalajara, varios tipos de cerámica de alta calidad y únicos en la República como son: el barro canelo y el barro bandera, la cerámica de petatillo y de reciente creación en Stoneware de Wilmont.

Centros productores: { Tonalá
Santa Cruz de las Huertas
Salatitán
El Rosario
Tatepasco
Tlaquepaque
Sayula

Mercados:

La cerámica de este estado se vende en los poblados - productores en Guadalajara y en la Ciudad de México.

6.1. Tonalá

{ Barro de color: botellones, jarras, cantimploras, platos, bules y alcancías.

Tipo de
cerámica

Barro bandera: cántaros y otras formas de uso doméstico.
Stoneware: formas tradicionales con decoración estilizada y quemada a alta temperatura.

Situado a 14 Km. de la ciudad de Guadalajara, con 7000 habitantes, de los cuales 150 familias son venidas de fuera y ajenas al desarrollo social económico del lugar, es el principal productor del Estado. Las fuentes principales de ingreso son el cultivo de la tierra y la cerámica, artesanía que compite ventajosamente con las de más reciente creación.

Barro de olor: es este barro llamado así, por el olor y sabor característico que da al agua, se producen: botellones, jarras, cantimploras, platos, bules, etc., en barro de una cochura, decorado al pincel y luego bruñido.

El barro usado es traído de los yacimientos cercanos, de más baja calidad que el usado antaño por lo cual las piezas son ahora mas gruesas y de menor calidad; la pieza es formada en molde, quemada con leña y decorada profusamente al pincel y luego bruñida con bruñidores de cuarzo que los alfareros tallan fuertemente cuando las piezas están ligeramente humedecidas.

Los motivos en la decoración son flores, conejos, venados y soles aplicados sobre un engobe que además tapa el poro del barro crudo. Se ha perdido mucho, ya que debido a la demanda el artesano emplea menos tiempo en cada pieza que lo usado anteriormente.

Barro Bandera; muy pocos artesanos producen actualmente este tipo de loza llamada así por su engobe rojo sobre el que se pintan al pincel motivos florales en blanco que se perfilan con verde, dando los tres colores de la bandera nacional. La pintura blanca llamada "matíz" es preparada por los artesanos con técnica y materiales aprendidos desde niños. Las formas son las tradicionales del lugar: cántaros, jarras, bules, cantimploras, etc.

Petatillo; esta cerámica vidriada recibe este nombre -

ya que en su decoración se utilizan como fondo líneas muy delgadas entrecruzadas sobre las que se pintan motivos florales y animales, todo esto a pulso usando pinceles. Se hace también otro tipo con menos trabajo en la decoración, llamado medio petatillo.

Cerámica de alta temperatura "stoneware"; introducida esta variedad hace poco tiempo por Jorge Wilmont, aprovechó motivos y la habilidad de los "loceros", para con una mejor técnica crear una artesanía coherente con el desarrollo tecnológico y con apego a la tradición, lo que le ha merecido tanto el reconocimiento nacional como internacional, ayudando además a la proyección del centro, lo que se ha traducido en mejores ingresos para el artesano de Tonalá.

Además de estos tipos, que son los mas característicos y únicos en la República, se producen aquí otros tipos de cerámica como son: la vidriada común, juguetería y otros importados de lugares como Oaxaca.

Esta producción masiva del lugar ha provocado el establecimiento de canales de distribución y venta que puedan dar salida a tan grande volumen y así aparte de las compras masivas de instituciones oficiales, y privadas, dedicadas a las artesanías, en el mercado del pueblo se proveen comerciantes que llevan los productos hasta centros de consumo cercanos como la ciudad de - Guadalajara o más lejos como la ciudad de México.

6.2 Tlaquepaque.

Tipo de cerámica	{ Esculturillas en barro, decoradas con anilinas.
	{ Loza vidriada: ollas, piñas, tinas, macetas y macetones.

Situado en los suburbios de la ciudad de Guadalajara, este poblado forma ya parte de la ciudad y se ha convertido en uno de los principales centros de mercadeo para la producción artesanal no sólo del Estado sino de productos de muchos lugares.

Aunque la producción alfarera ocupa aquí un lugar secundario, existen aun algunos talleres familiares, que producen

esculturilla hecha al molde o a mano con una minuciosidad tal, - que los ha convertido en verdaderos documentos que muestran como vivía y se vestía en tiempos pasados, en especial los llamados - "tipos" que representan vendedores o personas con algún oficio - particular.

Por otro lado, es aquí, donde se encuentra la única - producción de lo que podríamos llamar "arte erótico" con las llamas gallinitas; miniaturas hechas en molde que representan a - personajes en los llamados "juegos del amor".

Algunos alfareros aun decoran sus piezas con anilinas, usando yema de huevo o goma de mezquite para fijar las pinturas que en otros casos han sido substituidas por pinturas de aceite, para hacer mas costeable el producto.

6.3. El Rosario.

Tipo de cerámica	{ Barro canelo: { Cántaros, ollas, jarros, botellones, cantimploras, hechas al molde.
------------------	---

Otra muestra, única en la República, lo tiene el Estado de Jalisco en el "barro canelo", llamado así por sus colores rojo y ocre sobre fondo crema.

Las formas que aquí se producen son muy similares a - las de Tonalá, hechas al molde, decoradas al pincel, con tierras que ellos preparan y en algunos casos bruñidas.

Aquí la loza de los alfareros más conocidos está comprometida a los mayoristas y la de los otros productores se vende a bajos precios en el mercado de Tonalá.

6.4. Tatepasco.

En este pueblo se produce una cerámica muy parecida a la de El Rosario.

6.5. Santa Cruz de las Huertas y Salatián.

Se produce en estos dos pueblos grandes cantidades de juguetes de barro negro y policromado, formados casi siempre al

molde en muy diversas formas: kioskos, iglesias y máscaras.

6.6. Sayula.

Actualmente no se produce ya en este poblado ningún tipo de cerámica, ya que ha sido abandonada la producción de una mayolica similar a la de Guanajuato, existiendo aun los moldes en que se hacían estas piezas.

Aparte de los Estados anteriores de donde proviene casi toda la producción alfarera, los demás del tipo corriente y en sus formas tradicionales: ollas, cántaros, jarros, comales, etc.

7. Chiapas.

En este Estado son otras artesanías las mas importantes y sólo se produce alfarería en unos pocos poblados, de baja calidad y consumo regional.

Centros Productores: { Amatenango del Valle.
 { Colonia el Modelo
 { San Cristóbal las Casas

7.1. Amatenango.

Se producen aquí cántaros, ollas, macetas y cajetes así como animales para alcancía, en barro de una cochura, color maranja, decorado al pincel, con flores y grecas de líneas suaves.

La actividad alfarera es aquí de carácter femenino.

Las piezas son quemadas al ras del suelo, para lo cual se les coloca en una pira cubierta con leña, resultando una loza frágil y porosa por el poco calor que recibe, además que esto ha propiciado el agotamiento de los bosques de la región.

El principal mercado para su producción es el de San Cristóbal.

7.2. San Cristóbal las Casas.

Se produce aquí loza de tipo doméstico, vidriada y formada en torno, como: jarras, botellones y chimoleras y algunas en barro de una cochura, decorado con anilinas. Su mercado

es el más importante de la región y allí concurren los artesanos indígenas con sus manufacturas.

8. Hidalgo.

Centros productores: { Chililco
Chapatongo
San Pedro de las Ollas
Tulancingo

En este Estado la producción es baja y de mala calidad. En Chililco se hacen: cazuelas, apaxtles y juguetes en barro muy frágil, quemado al aire libre y decorado al pincel, con motivos florales de color rojo oscuro, que se venden en el mercado de Huejutla. En Chapatongo y San Pedro los indios otomíes fabrican jarros y ollas en barro de una cochura, decorados con espirales negras sobre fondo rojo. En tulancingo se hace loza blanca del tipo mayolica.

9. Guanajuato.

Se produce aquí gran cantidad de loza vidriada y sin vidriar, de tipo corriente, en sus formas: cántaros, tinajas, lebrillos, ollas, cajetes, jarros, cazuelas, macetas, tarros, floreros, etc., también azulejo que es vendido en la ciudad de México. La loza corriente se trabaja a mano y la vidriada en torno o en molde.

Centros Productores: { Guanajuato
Dolores Hidalgo
San Luis de la Paz
San Miguel Allende
San Felipe Torres Mochas
Silao
Irapuato
Celaya
Salvatierra
Yuriria
Yarimoro
Coroneo
Jerécuaro

10. Morelos.

Se produce aquí en Cuernavaca una cerámica roja, hecha en molde y en Tlayacopan otra, vidriada en verde y rojo, decora-

da al pincel o labrada en molde.

11. Veracruz.

Es muy poca la producción y sólo es de consumo local.

12. Campeche y Yucatán.

Es muy baja su producción por la escasés de arcillas, existiendo sólo pequeños productores en: Tepacon, Tikul, Mamita y Maxcanu, las piezas son fabricadas para consumo local.

comentarios



[En cuanto al volumen y valor de la producción existen - muy pocos datos debido a la gran dispersión y cantidad de los cen- tros productores, a el gran número de personas que se dedican a la alfarería y a que siendo en la mayoría de los casos complemento de la actividad agrícola no es controlada por los censos de población.]

En su libro "Arte Popular Mexicano", Rubín de la Borbo- lla (1) hablando de la importancia económica del arte popular da - algunas cifras interesantes que a continuación referimos por dar una idea de la importancia mundial de este tipo de actividades.

"..... existen en nuestro mundo actual mas de 165 - millones de artesanos de tiempo y ocupación completo de los cuales más de 16 millones viven en el Continente Americano y entre 70 y - 90 en la India. A este contingente especializado debemos agregar o- tro que suma 300 millones de individuos entre campesinos, pastores y recolectores, comerciantes en pequeño, obreros calificados y o- tros trabajadores que son artesanos de medio tiempo o durante tem- poradas....."

De aquí podemos ver [un 10% de la población mundial se de- dica a estas actividades y en países subdesarrollados el número es mayor.]

Mas adelante en su mismo libro hace referencia al proble- ma del artesanado "Este artesanado al que calificaríamos de impre- sionante por su número y el monto de su producción útil y artísti- ca lo es también por la miseria en que vive".

"Es notable el desamparo legal en que vive el artesanado indoamericano y muy trágica su desorientación por no saber cual es su posición legal ni el lugar que le corresponde en la sociedad mo- derna. Desgraciadamente tampoco parecen saberlo los gobiernos y - organismos oficiales que se preocupan sinceramente por sus proble- mas".

Respecto a este punto, en México el problema es grave ya que la ayuda artesanal no ha sido enfocada o canalizada hacia fi- nos comunes sino que existen muchas instituciones con ingerencia - en este campo

(1) D. Rubin de la Borbolla, Arte Popular Mexicano. Fondo de Cul- tura Económica, México, D.F. 1974. p.p. 260 262

La revista "Artesanos y Proveedores" en su número de 1974⁽¹⁾ hace referencia a aproximadamente cincuenta organizaciones privadas y oficiales con relación dentro de las artesanías "sin contar" los innumerables acaparadores, mayoristas e intermediarios".

Existen dentro de estos organismos varias corrientes que pretenden encontrar solución a la miseria que rodea a los productos. Hay quienes manejan la comercialización como punto principal lo que ha acarreado problemas de diversa índole ya que el no estar compenetrado con el contenido humano, técnico y artístico de este tipo de obras lo que se logra con esto es una producción masiva carente de los valores que antes tenía pues en muchos casos los precios pagados por las piezas son bajos, hay irregularidad en los pagos y problemas de esa índole que lejos de resolver el conflicto - lo acentúan.

Hay por otro lado, los que por medio de la técnica y producción semindustriales pretenden reducir los costos y lograr artículos competitivos en los mercados nacionales e internacionales lo cual ha sido un medio de vida para algunos pocos, pero el artesano queda en la posición de un obrero calificado con salarios por debajo de éstos. Un extremo a esta corriente que presenta Rubín de la Borbolla es los que pretenden que la artesanía debe ceder el paso a una "completa transformación mecanista" en donde el artesano pasa a formar parte de la industria como un obrero calificado.

Existe también el criterio muy generalizado que es el Estado al que corresponde buscar la solución hacia estos problemas y hay muchas experiencias con respecto a esta intervención - por lo que se hace necesario ya una evaluación conciente de éstos para fijar los rumbos a seguir en la solución a la problemática - actual de los artesanos.

(1) Artesanos y Proveedores, Incontenible aumento de 'benefactores' de artesanos, México D.F. 1972. p. 81

BIBLIOGRAFIA

- Norton F.H. Cerámica para el Artista Alfarero. Cia. Editorial Continental S.A., México, D.F. 1971.
- Rodhes Daniel. Clay and Glazes for the potter. Chilton Book Co. - New York, U.S.A. 1972.
- Norton F.H., Cerámica Fina. Ediciones Omega, Barcelona España, 1975.
- Rodhes Daniel. Films. Chilton Book Co., New York, U.S.A. 1973.
- Hald Peder. Técnicas de la Cerámica. Ediciones Omega, Barcelona, España, 1973.
- Medina Noemí y Quezada Andrés. Panorama de las Artesanías Otomfes en el Valle de México. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México D.F. 1975.
- Espejel Carlos. Cerámica Popular Mexicana. Editorial Blume. Barcelona España, 1975.
- Jones J. T. and Berard M.F., Ceramics Industrial Processing and - testing. The Iowa State University press. Iowa, US.A. 1972.
- Conrad J. W., Ceramics Formulas. Mc. Millan Publish Co. Inc., New York, U.S.A. 1974.
- Lawrence W.G., Ceramic Science for the potter. Chilton Book Co., New York, U.S.A. 1972.
- Kingery W.D., Ceramics Fabrication Process. John Wiley & Sons, Inc. and M.I.T., New York, U.S.A. 1960.
- Singer F. y Singer S.S., Cerámica Industrial, Vol. I, II y III, Ediciones Urmo, Bilbao España 1971.
- Piepenburg Robert. Raku Pottery. Collier Macmillan Publishers, New York, U.S.A. 1972.
- Foust A.S., Principios de Operaciones Unitarias. Cia. Editorial - Continental, S.A., México, D.F. 1961.
- Foster George. Tzintzuntzan. Fondo de Cultura Económica. México, - D.F. 1972
- Rubin de la Borbolla D., Arte Popular Mexicano. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 1975.
- *Martínez P. Porfirio. Arte Popular y Artesanías Artísticas de México. Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México, D.F. 1972.
- Harvey Marian. Crafts of Mexico. Macmillan Publishing Co. New York U.S.A. 1973.
- Instituto Mexicano de Cultura. Alfarería Poblana. Editorial Novaro, México, D.F. 1968.
- Gutiérrez Elektra y Tonatiuh. El Arte Popular de México. Artes de - México. México, D.F. 1971.

Espejel Carlos. Las Artesanías Tradicionales de México. Colección SEP-70, Secretaría de Educación Pública. México, D.F. 1972.

Westheim Paul. La Cerámica del México Antiguo. Editorial Herrero, México, D.F. 1970.

McCabe Smith. Operaciones Básicas de Ingeniería Química. Editorial Reverté S.A., México, D.F. 1969.

Tedeshi Pablo. La Génesis de las Formas y el Diseño Industrial. Editorial Universitaria de Argentina, Buenos Aires. 1970

Rado Paul. An Introduction to the Technology of pottery. Pergamon - Press Inc. New York, U.S.A. 1969.

Cendejas H. S. El Problema de la Toxicidad en la Loza artesanal - Mexicana. Salud Pública de México. (27-32) México, D.F. 1972.

Ceramic Data Book. Brick and Clay Record. Chicago Ill., U.S.A. 1965.

Artesanos y Proveedores 6a. Edición 1972.