

101 201



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO COMPARATIVO  
DE LA ARCILLA DE  
DIFERENTES ESTADOS DE LA  
REPUBLICA

**T E S I S**

Que para obtener el Título de:  
**INGENIERO QUIMICO**  
**P R E S E N T A**  
Joaquín Torres Esqueda

México, D. F.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1990.



## **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 está 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.

## INDICE

		Pag.
CAPITULO I	INTRODUCCION	1.
CAPITULO II	GENERALIDADES	2.
CAPITULO III	EVOLUCION DE LAS ARCILLAS EN LA CERAMICA	8.
CAPITULO IV	COMPARACION DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS	29.
CAPITULO V	DISCUSION	61.
CAPITULO VI	CONCLUSIONES	68.
CAPITULO VII	BIBLIOGRAFIA	69.

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

## INTRODUCCION

En Mexico, la alfarería ha sido un testimonio de la creación plástica, la que tiene como denominador común la tradición: enseñanzas que han permanecido y continuarán en el tiempo como muestra tangible de la vida misma, de la fantasía, de la imaginación y de la creatividad del pueblo.

Esta tesis tiene como objetivo principal, entre otras proposiciones, el analizar y demostrar, de forma congruente, el aprovechamiento de algunas arcillas que existen en el país y así definir y exhibir los tipos o clases de arcillas en estudio.

De la misma manera se hace un estudio de sus propiedades fisicoquímicas y con la información obtenida, una comparación con arcillas de origen extranjero. De esta forma se busca proponer el proceso más idóneo para el aprovechamiento adecuado de un recurso natural.

El resultado de este estudio tiene como finalidad el motivar y despertar el interés de las generaciones venideras, para que centren su atención en el campo de los materiales cerámicos. A la vez, se propone una utilización racional de las arcillas que se encuentran en diversas regiones del país, las cuales son motivo de este trabajo y a la vez sustento de los pobladores de las mismas.

**CAPITULO II**  
**GENERALIDADES**

Las arcillas se formaron en la corteza terrestre: son rocas ígneas que se han formado bajo el intenso calor y la presión tremenda de la acción volcánica y más tarde expuesta durante centurias a la intemperie.

Las arcillas resultan de la descomposición de viejas rocas de tipo feldespático, es decir que contienen feldespato, alteración debida a los agentes atmosféricos, la acción del sol, el viento, la lluvia, el aire y el agua, que rompen esas rocas en partículas cada vez más pequeñas, las cuales son transportadas por inundaciones y depositadas en lagos, campos, pantanos y lagunas. Los cambios de la corteza terrestre, en el transcurso de los años, manifiesta depósitos de estas arcillas que se encuentran con frecuencia en las márgenes empinadas de los ríos, y en las laderas de las montañas.

Aunque las arcillas se encuentran en casi toda la superficie habitable de la tierra, varían ampliamente en sus propiedades (9).

Hay muchas clases de arcillas usadas en cerámica. Cada una tiene sus propias características de plasticidad, porosidad y vitrificación.

Las arcillas residuales son aquellas que se encuentran en el sitio o cerca del sitio de la roca madre, las cuales como no han sido llevadas lejos de su lugar de origen, contienen menos impurezas. En cambio las arcillas sedimentarias que han sido transportadas de su lugar de origen por el agua, se han mezclado en el trayecto con otros ingredientes. Con frecuencia, esta clase de arcillas son más plásticas que las residuales debido a sus impurezas y al tamaño más fino de las partículas.

La plasticidad es la cualidad natural que tienen todas las arcillas, pero, algunas no tienen suficiente plasticidad para poderlas trabajar y otras en cambio son demasiado plásticas. Se sabe que las partículas individuales de la arcilla, son aplanadas, y por ello, pueden deslizarse las unas sobre las otras, especialmente cuando éstas están mojadas. Esta características hace que la arcilla se estire y sea fácil de moldear.

Cuando una arcilla es demasiado plástica, se le llama larga y cuando no es plástica, corta.

Porosidad. Esta debe ser suficientemente porosa para poderse secar uniformemente sin agrietarse o torcerse.

Para hacer una prueba de porosidad, se unta una olla con la arcilla y se pone a secar. Si se seca sin agrietarse o torcerse, lo más probable es que sea suficientemente porosa. Las arcillas que son demasiado porosas son tan burdas que generalmente son inútiles para ciertos productos. Sin embargo, cuanto más gruesa sea la capa de arcilla, tanto más porosa será. La arcilla para tabiques es más burda que la arcilla para artículos de arte, por ejemplo. El agrietado debido a un secado disparado se explica por el hecho de que toda arcilla se contrae al secar. Cuando una arcilla no es suficientemente porosa para secar uniformemente en todo su grueso, la parte exterior se seca primero. A esto se le llama contracción diferencial.

Vitrificación. Esta es la cualidad de hacerse dura y resistente con el calor. Cuando la arcilla es vidriosa, es como vidrio. En este estado es totalmente densa y no absorbente. El grado de vitrificación depende del uso a que se destina el producto. Cada arcilla tiene una temperatura de madurez a la cual puede realizarse la mejor combinación de cualidades de fuerza, contracción y resistencia al choque. Este punto es un poco menor que el de la vitrificación y se le encuentra haciendo ensayos. Es la temperatura preferida para objetos de barro no vidriados (1).

La arcilla está compuesta de pequeños cristales, muchos de ellos están tan reducidos que no pueden ser vistos ni con el mayor alcance de un microscopio ordinario. Esos cristales están principalmente compuestos de un mineral llamado caolinita ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) cuya composición aproximada es:

47%	Silice	( $\text{SiO}_2$ )
39%	Alumina	( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
14%	Agua	( $\text{H}_2\text{O}$ )

El tamaño promedio de esos cristales es tan pequeño que si se pusieran uno junto al otro, unidos por sus extremidades, se requerirían de 50 000 de ellos para cubrir 2.5 cm. Su espesor viene a medir un décimo de su longitud. La forma de estos cristales es la de pequeñas placas, más o menos de silueta hexagonal y de superficie lisa. Solamente los nuevos microscopios electrónicos permiten ver y estudiar dichos cristales.

Es la naturaleza de la placa de la arcilla la que le da sus propiedades plásticas al ser mezcladas con agua; dichas placas se deslizan una encima de otra, actuando el agua como lubricante (9).

De acuerdo con sus propiedades, algunas son indicadas para la ejecución alfarera, mientras otras deben ser purificadas y mezcladas con ingredientes apropiados para convertirlas en moldeables.

Aun las más puras de las arcillas naturales contienen partículas libres de materiales que se denominan arena o cascajo.

La más común es el cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ), hallado en una gran variedad de partículas de diverso tamaño. Los feldspatos, ( $\text{K,NaO-Al}_2\text{O}_3-6\text{SiO}_2$ ) actúan como cascajo en la arcilla plástica, y durante la quema, se convierten en ligas.

Algunas arcillas, especialmente la "Arcilla de boia" contienen materia orgánica en forma de lignito (un tipo de carbón) y cera. Generalmente, se eliminan, en la cochura, pero tienen influencia sobre la plasticidad y la fuerza de secado de la arcilla (8).

DIFERENTES TIPOS DE ARCILLAS  
CLASIFICACION

- \* CAOLIN.

Se le conoce como arcilla china. Fue usada originalmente por los primitivos alfareros chinos; es la más pura de las arcillas, lo que explica su blancura después del quemado. Su composición química es aproximadamente 39.5% alúmina, 46.56% sílice, y 13.95% agua. Se encuentra en varias partes del mundo, a diferentes grados de pureza. Debido a su relativa pureza es más refractario que otras arcillas. En su forma cruda, es generalmente blanco o de una tonalidad muy pálida, casi blanca. Usado solo no es suficientemente plástico para la producción de utensilios blancos.
- \* FELDESPATO SEMIDECOMPUERTO O GRANITO.

Esta roca no es considerada comúnmente como arcilla, puesto su plasticidad es cero. Sin embargo, cuando ha sido molida adecuadamente y mezclada con arcilla plástica, produce buenos utensilios. En su estado natural es generalmente blanca y puede conservar este color después de la cocción, pero lo más probable es que se vuelva roja o de color rosa debido a impurezas de hierro. Su punto de vitrificación es bajo, de 1085 a 1205°C, debido al excesivo álcali que contiene.
- \* ARCILLAS COLOR ANTE.

Estas son más numerosas que las que permanecen blancas e incluyen lo que se llama comúnmente barro y arcilla retráctaria. Los colores ya quemados son de varios tonos de ante natural o de ocre. Los depósitos contienen generalmente arena de cuarzo y algo de galena (sulfuro de plomo). Estas arcillas son muy refractarias y se prestan para hacer productos para resistir altas temperaturas como tabiques contra incendio, tabiques aislantes, jarros y cazuelas de barro.
- \* ARCILLAS SUPERFICIALES.

La arcilla que más abunda en el mundo es la que aparece en la superficie o muy cerca de ella. En su estado natural puede ser roja, café, amarilla, verde, azul o negra. Después de la cocción estas arcillas son rojas o café-rojizas. Mientras más elevada la temperatura, más oscuro será el color. Inicialmente es muy plástica; estas se endurecen a una temperatura aproximada de 755 a 800°C.

- **ARCILLAS DE ALUVION.**

Son arcillas sedimentarias depositadas en la desembocadura de un rio, usualmente en una llanura, lagos o estanques. Son muy plásticas y dan diferentes colores al quemarse. Con estas arcillas se pueden hacer utensilios de cocina, jardineras, objetos artísticos, tabiques y azulejos. Estos depósitos deben buscarse inmediatamente después de que suben las aguas.
- **LECHOS DE ARCILLAS**

Se encuentran comúnmente en los rios donde el agua ha gastado mucho las márgenes. Desde la parte superior hasta el fondo de la orilla se verán capas de arcillas superficiales, arena, grava, roca y casi al fondo los lechos de la arcilla. Las arcillas de estos lechos son muy plásticas porque están compuestas de granos finos. Se vitrifican a unos 1085°C y se hacen muy resistentes. El color, después de quemadas, es usualmente rojo o café-rojizo.
- **ARCILLAS PIZARRADAS**

Estas arcillas son tan duras como una roca, esta pizarra se desintegra difícilmente en el agua. Forma una arcilla no plástica capaz de resistir altas temperaturas. Algunas pizarras contienen arena, algunas cal y ocasionalmente suficiente carbón para hacerlas negras antes de ser quemadas. Con ellas se pueden hacer buenos tabiques rojos y mosaicos para piso.
- **ARCILLA DE BOLA**

La más plástica de todas las arcillas y se usa para añadir esa cualidad a arcillas que son menos plásticas. Encontrada originalmente en Inglaterra, es llamada así porque se le dio la forma de bola para sacarla de las minas. Cuando se le añade 10% o más de arcilla bola transforma a la primera en una arcilla plástica. Cuando se quema da un color blanco, pero con frecuencia es negra en crudo. La arcilla de bola es un ingrediente esencial de la porcelana, pero no se usa sola (1).

A CONTINUACION SE PRESENTAN OTROS USOS Y APLICACIONES DE LAS  
ARCILLAS.

- Se emplea para fines especiales en cerámica, en la manufactura de objetos de loza.
- En la fabricación de productos de arcilla pesados.
- Se emplea como absorbente o vehículos de aceites en farmacia.
- En la industria del papel como materia inerte de relleno.
- En la industria del hule, textiles e industria química.
- En fertilizantes y fungicidas.
- El caolin especialmente se utiliza en la fabricación de porcelana.
- En mascarillas de belleza, su aplicación en la piel nutre y afirma los músculos, regulariza el funcionamiento de los vasos sanguíneos, opera como antiséptico, ayuda a combatir las infecciones de la piel, borra las pequeñas cicatrices, huellas y manchas. (4, 9, 11).

CLASIFICACION DE ALGUNOS PRODUCTOS  
DE ARCILLA

TIPO

ARTISTICO	Ceniceros, jardineras, lámparas, novedades, joyería y escultura.
HOGAR	Vajilla, utensilios de cocina, lámparas, sanitarios, azulejos, envases.
INDUSTRIAL	Linas para productos químicos, aisladores eléctricos, refractarios, estufas, aisladores de bujías, abrasivos, tabiques, equipo de laboratorio.
ESTRUCTURAL	Tabiques, bloques, mosaico de piso, mosaico de pared, tejas, recubierta para conductos internos, tubo conductor y tubo de desgaste. (1)

### CAPITULO III

## EVOLUCION DE LAS ARCILLAS EN LA CERAMICA

La alfarería es una arte antiquísimo que se remonta hasta la revolución neolítica, cuando tuvo lugar el cambio del estado cultural del hombre: de cazador y recolector a productor de alimentos. Fue en esa etapa en la que se volvió sedentario y agricultor, cambiando sus recursos para aprovechar la producción de aquellos que cultivaban y la domesticación de animales. Entonces, necesitó recipientes para guardar y transformar en alimentos los productos de su economía, y recurrió al aprovechamiento del barro, después de haber ensayado otros materiales. Así logró las primeras vasijas y se volvió alfarero. Desde entonces, ha seguido usando el mismo material, a veces contando con mayores adelantos técnicos, otras resistiendo la aparición cada vez mayor de recipientes de otros materiales, principalmente los de producción industrial; sin embargo, la alfarería sigue siendo el arte de todos los pueblos (2).

En América sucedió lo mismo que en el viejo mundo, aunque con más retraso; cuando se retiraron las últimas glaciaciones, desapareció la fauna mayor de la que dependía el hombre americano para su alimentación, por lo que se volvió sedentario, aprendió la agricultura. Eso dio lugar a la cultura mesoamericana, que desarrollaría una alfarería amplia y rica durante unos veinte siglos. En ese periodo, los indígenas mesoamericanos hicieron cerámica de innumerables formas, para usos distintos, desde la utilitaria hasta la ceremonial y suntuaria. Desde sus primeras expresiones cerámicas, se advierte su inclinación hacia la creación de piezas de belleza plástica.

Concientes los mesoamericanos de la nobleza del material que manejaban, y habiendo practicado largamente la técnica de su producción, se dieron a la tarea de crear, con el barro, las formas que necesitaban para el uso cotidiano; pero también las especiales que servían para ofrenda a las deidades en las que materializaron sus creencias y para el culto en su honor. Con el tiempo, la alfarería se convirtió en ocupación completa, y fue cuando las formas y sus decoraciones se multiplicaron y fueron extraordinariamente bellas. Los variados estilos a los que llegaron se identifican espacial, temporal, y estéticamente con cada uno de los pueblos que integraron la cultura mesoamericana.

En México, el arte de la alfarería ha contribuido a enriquecer la plástica mexicana durante cuarenta siglos aproximadamente. En la época prehispánica adquirió una relevancia cuyo valor artístico nadie pone en duda.

Los aborígenes de México llegaron a modelar vasijas y figurillas antropomorfas y zoomorfas más o menos artísticas, con estilo propio, y empleando diversos colores a base de tiza para el blanco, óxido de hierro y también cinabrio para el rojo, ocre para el amarillo y carbón para el negro, sustancias que pulverizadas aplicaban con agua después de haber sometido el barro a una primera cocción. (8)

La alfarería indígena conoció todas las técnicas empleadas en la manufactura de la cerámica. En el viejo mundo, fundamentalmente fueron dos las manufacturas conocidas: el modelado a mano y la de la técnica de vaciado en molde. Dentro de la alfarería modelada se pueden reconocer diferencias de orden decorativo:

1.- INCISA.- En la arcilla blanda de la vasija o figura se dibujan motivos geométricos, simbólicos o verdaderas escenas, con puntas de hueso, sílex, ágave u otros elementos duros.

2.- APLICADA.- Una vez modelada la vasija y antes de la cocción, se incantan o aplican pequeñas bandas, cuentas o figuras completas.

3.- ESTAMPADA.- En el barro, suave aún, se estampan figuras o diversos motivos por medio de sellos de consistencia dura.

4.- GRABADA O EN RELIEVE.- Cuando el barro de la vasija está fresco, suave y dúctil, se modela la escena con espátulas o con los propios dedos.

5.- ESCULPIDA O RASPADA.- En las paredes ya secas de la vasija se raspan o recortan las siluetas ahuecando el fondo del dibujo, antes de la cocción, del pulimento y de la pintura.

6.- PINTADA NEGATIVAMENTE.- El procedimiento es llamado "a cera perdida" y es sumamente antiguo en México. La técnica consiste en recubrir la vasija de una sustancia soluble o combustible, generalmente cera, afectando diversas figuras; se aplica entonces la pintura y se somete a fuego.

7.- PINTADA "AL FRESCO".- Las paredes ya secas de la vasija son recubiertas con una fina y blanquísima capa de estuco. La técnica parece originaria de Teotihuacán. También se encuentra entre los mayas del antiguo imperio y en Monte Albán.

8.- FALSO CLOISSONE (ALVEOLADO).- Se recortan o calan los dibujos ahuecando las paredes de la vasija y se les rellena con pasta o barro de color. La técnica es propia del noroeste de México, especialmente de Chalchihuites, Zacatecas. También es empleada en las lacas de Uruapan.

9.- PINTURA POLICROMA.- En la época moderna la policromía en la decoración; un elemento importante en la belleza de la cerámica indígena es el color o las calidades del barro utilizado en la manufactura. El barro plomizo mezclado naturalmente con plomo al someterse a cocción tomaba un aspecto vidriado de tonalidades metálicas.

En el antiguo imperio maya, hacia el siglo VIII, se usó corrientemente y la loza cholulteca, mixteca y azteca, igualmente la utilizó en la alfarería ritual. Hay que mencionar el barro negro grisáceo de los zapotecas y el barro anaranjado de la época azteca.

## CERAMICA DE LAS CULTURAS PREHISPANICAS

## CERAMICA OLMECA

El complejo olmeca del sur de Veracruz y norte de Tabasco, produjo en lo fundamental manifestaciones escultóricas. La talla de grandiosos basaltos y de finisimos trabajos menores en jade. Las mascaritas sonrientes de la Mixtequilla, algunas de ellas trabajadas con técnica de molde representan a una tribu que practicaba la deformación frontal: lo que caracteriza estas mascaritas es una despejada y franca sonrisa que anima los labios, las mejillas mofletudas y los vivaces ojos oblicuos de los personajes. Otro elemento común son las cabezas de ancianos barbados.

## CERAMICA ANTIPLANO Y CENTRAL

La cerámica encontrada en Teotihuacán no sólo corresponde a la más antigua de las altas culturas del Valle de México, sino a una de las más espléndidas manifestaciones artísticas de la alfarería precolombina.

El nivel más antiguo de la alfarería (Teotihuacán I), perteneció al estilo arcaico, con figurillas al pastillaje de ojos rasgados y modelado tosco, las cuales aparecen significativamente entre el material que se empleó en la construcción de la pirámide del Sol. (Teotihuacán II-III). Este periodo que es contemporáneo del Antiguo Imperio maya y que, por lo mismo, podría situarse entre los siglos IV y VII. En él aparecen las escudillas tripoides, los floreros, las tasas de soporte anular y la decoración al fresco, así como el característico barro negro finalmente bruñido. También las finisimas cabecitas de carácter realista llamadas caritas-retratos. Dentro de los apreciables objetos artísticos de Teotihuacán III se deben mencionar: los vasos de tres pies (almenados, cascabeliformes, tubulares, etc.) y tapa, decorados con bajo relieves raspados en las paredes ya cocionadas y bruñidas de la vasija. Otros objetos son los incensarios llamados candeleros y las ollitas de cuello alto y boca radial que, por su forma han sido llamadas floreros.

## CERÁMICA NAHUA

La historia de esta cerámica es el resultado de un proceso de toltequización o civilización de los barbaros pueblos cazadores (chichimecas) venidos del norte. Al devenir siglos más tarde los españoles, aquella cerámica nahua que inicialmente se caracterizara por su ingenuidad y barbarie, era ya una de las alfarerías más refinadas y ricas en matices: la impecable técnica de los ceramistas nació y se desarrolló en las extensas praderas del norte de México, en donde se puede rastrear el ideal estético nahua de energía y sobriedad.

La cerámica azteca acabó en el transcurso de los siglos por perder ese geometrismo energético y juvenil, para ganar en delicadeza lo que perdía en profundidad. A la llegada de los españoles, los aztecas habían desenvuelto una loza de formas elegantes y de decoración policromada preciosista; infortunadamente la alfarería de los aztecas es la peor conocida. El imperio de Moctezuma atrajo por la vía del comercio o de la tributación numerosas piezas de loza extranjera. La loza común se elaboró sobre un barro naranja con decoración geométrica pintada en negro.

Fuera del Valle de México, en el antiplano central, uno de los más importantes centros de alfarería fue la ciudad de Cholula, el más importante de los santuarios de Quetzalcoatl. La cerámica de Cholula va desde los tiempos arcaicos hasta la etapa moderna más cercana al advenimiento español, época para lo cual los cholultecas manufacturaron la típica y afamada loza de brillante colorido que singulariza a Cholula como uno de los más finos centros de alfarería precolombinos.

Otro importante centro de alfareros es el del Valle de Toluca en la región matlatzinca. El perfecto acabado policromado y satinado coloca este tipo de cerámica al lado de las más bellas piezas del arte azteca y cholulteca.

Otra evolución de la cerámica nahua es la del Valle de Cuernavaca, en la región tlahuica, debe su originalidad y hermosura al aderezo blanco y al bruñido sobre el cual se esgrafieron motivos geométricos comunes al periodo nahua.

## CERÁMICA PREMAYA

La cerámica más antigua se conoce en el área ocupada por los mayas, corresponde al nivel arcaico uniformemente extendido en los valles de México, Oaxaca, litoral veracruzano, e istmo centroamericano. Dicha cerámica se trata, generalmente, de vasos o escudillas de cuatro pies, de forma abulvada que alargan elegante y vigorosamente la silueta de la vasija.

## CERÁMICA MAYA

El antiguo imperio de los mayas, cuya duración es de más de quinientos años (328-889). En tan largo periodo se desarrolló una cerámica en la cual son característicos dos periodos: el más antiguo se designa con el nombre de Tzacol y el más reciente con el nombre de Tepeu.

Con el periodo Tzacol queda caracterizado el estilo maya. Sin embargo, todavía no presenta una fisonomía pura: la loza se barniza de negro y se le esgrafia.

Entre las más bellas piezas figuran algunas grandes vasijas con soporte de anillo, paredes convexas, cuya tapa remata en un botón modelado con cabezas de tigre o de faisán.

La cerámica del periodo Tepeu, cuyas fechas caen entre 600 y 900 de nuestra era. A tal cerámica corresponden los vasos altos, cilíndricos, policromados y pintados con escenas de la vida y de la mitología, generalmente en fondo naranja con colores rojo oscuro, negro, blanco y amarillo. Es la cerámica clásica del espíritu maya por su elegancia, realismo y refinamiento trabajadas en molde o a mano libre. De este periodo se conoce la exquisita cara grotesca modelada en un vaso, un rostro barbado, de nariz ancha y de mueca burlesca.

Las figurillas antropomórficas mayas tuvieron su más importante centro de manufactura en la isla de Jaina, Campeche. Lo que caracteriza a esta cerámica fue la elaboración de sacerdotes,

guerreros, jugadores de pelota, caciques obesos y mujeres en actitudes humanas y procaces, así como figurillas de tigres, puercos espines, etc.

#### CERAMICA MAYA DEL NUEVO IMPERIO

La brillante y bellísima cerámica pintada con escenas desapareció; sin embargo, en Yucatán se continuó trabajando la cerámica policromada, pero con motivos geométricos. Entre las siluetas más características se tienen copas de soporte cónico y los recipientes en forma de pera, de igual manera son los pequeños vasos modelados o esculpidos, cuyo más importante centro manufacturero debe buscarse entre las ciudades del sur de Yucatán.

#### CERAMICA PLOMIZA

Esta cerámica se caracteriza por la calidad aplomada de su barro, es fácilmente identificable por su forma y por la calidad semividriada de su superficie en colores gris metálico o anaranjado. Su belleza fue bien conocida y apreciada por las más remotas culturas, ya que se le encuentra dispersa desde Nayarit en el norte de México hasta Yucatán en el sur del mismo.

Los motivos modelados están tratados con originalidad y belleza generalmente en altorrelieve o de bulto al frente de la vasija, siempre que no se trate de simples ollas en forma de pera, sostenidas por tres pies en forma de cascabel o bien por una base anular. Motivo muy importante son las deidades modeladas, entre ellas el rostro de Tláloc. Por excelencia ésta cerámica fue generalmente del tipo zoomorfo.

## CERAMICA ZAPOTECA Y MIXTECA

## CERAMICA PREZAPOTECA

Monte Albán santuario de la cultura zapoteca, reveló cinco épocas cerámicas: las dos primeras correspondientes al horizonte arcaico y al estilo primitivo zapoteca; la tercera al apogeo de esa cultura; la cuarta y quinta, a la decadencia zapoteca y a su renacimiento en Mitla bajo fuertes influencias de los inmigrantes advenedizos mixtecos.

La primera época está muy lejos de ser primitiva; por el contrario, la época II es de suma importancia para la historia artística de los zapotecas; las tumbas de bóveda angular y, sobre todo, las urnas de gran tamaño, trabajadas en forma naturalista, quedan incorporadas no sólo a la más bella cerámica zapoteca, sino americana. Para entonces las influencias del Petén son claramente perceptibles en las vasijas de tres pies bulbiformes y en las fuentes tetrapodas de soportes esféricos.

Al pasar a la III época, la mayor parte de las invenciones de las épocas I y II por lo que concierne a cerámica son abandonadas.

Lo que da carácter a la loza de la época, son las llamadas urnas o vasos cinerarios modelados con la figura de una deidad zapoteca. Su dispersión es muy amplia, desde la zona mixteca, al sur de Puebla, hasta Tehuantepec, en la zona istmica, incluyendo los altos valles de Oaxaca, indudablemente en centro difusor de esta cerámica.

Sin embargo, esta época, modeló esculturas que se separan de la concepción usual y que son, incuestionablemente, obras maestras de las artes zapotecas; entre ellas deriva la imagen de un alto sacerdote zapoteca sentado en la forma oriental se trata del ídolo de Cuilapan, en una arcilla muy fina de coloración verde oliva.

La fase IV se caracteriza por la degeneración y empobrecimiento de las formas creadas en la época anterior. Es un periodo de abandono y de decadencia, donde persisten, las urnas trabajadas con una técnica más prosera y un modelado más descuidado; y parecen esculturas con nuevos motivos, como figuras de tigres y deidades.

Con la época V la cultura zapoteca alcanza un renacimiento extraordinario en la Mitla geométrica. La cerámica zapoteca atraviesa, por una fase de mixtequización y de nahuatización. En dicha época figuran en término principal la elegante y pintoresca loza policromada, donde la cerámica mixteca es semejante, y, a veces, difícil de distinguirla de la de Cholula, los mismo motivos decorativos de un carácter simbólico, ahí el problema radicaba en buscar de dónde partieron las primeras influencias y de qué cultura.

La vasija más fina y famosa de este arte es la encontrada en una tumba de Nochistlán, en la mixteca oaxaqueña. La forma es característica de la última época, la que precedió a la llegada de los españoles, es decir, una olla de cuello alto y de soportes de tres pies, generalmente serpentinos, o el cajete de tres pies serpentinos, procedente de la mixteca.

Hay que convenir en que esta cerámica es sumamente bella, pero si se le compara con la loza de Monte Albán II y III, le falta indudablemente solemnidad y grandeza.

#### CERAMICA DEL LITORAL ATLANTICO:

##### CERAMICA HUASTECA

Un área tan vasta y tan mal comunicada entre si como lo es la vertiente oriental de México, contribuyó poderosamente a la diversificación de los estilos artísticos de las comunidades.

Entre los más importantes desenvolvimientos plásticos en la alfarería veracruzana figura la Huasteca, al norte del estado, sur de Tamaulipas y este de San Luis Potosí. La loza revela un sentido vigoroso y un estilo personal.

La cerámica mejor conocida es, naturalmente, la más tardía, pues aparece como contemporánea de la azteca. Sin embargo a pesar de su modernidad y su semejanza de la cerámica tarasca, acusa fuertes supervivencias arcaicas, principalmente en las líneas del calabazo, el quaje y el tecomate; a esta belleza formal se añade la finura compacta y el colorido crema de la arcilla con la cual se modelaron los recipientes y las figuras.

Sus formas comprenden vasijas en forma de cucurbitáceas y otros frutos, provistas de asas huecas en su cuerpo, con el fin de servir de vertederas.

La decoración característica de esta cerámica es un fondo blanquecino, sobre el que se dibujaron motivos geométricos, de un color negro rojo. La belleza reside en la sutil combinación de la riqueza del modelado en las formas.

No obstante, las vasijas no siempre exhiben decoración pintada, tal como si el artista quisiera realzar la belleza compacta y el color ambarino de la arcilla huasteca.

#### CERAMICA TOTONACA

La extensión de los monumentos totonacas se ha visto reducida a las antigüedades de Zempoala, la capital totonaca durante la conquista; representa el horizonte nahuatizado totonaca.

La alfarería que caracteriza a los pueblos totonacas es, por cierto, una de las más elegantes y finas del mundo mexicano. No abundan en ella vasijas escultóricas; la loza es de formas convencionales o comunes (escudillas, platos y vasos periformes o de pie cónico).

La cerámica de los totonacas siempre se ha colocado con justicia entre las más altas manifestaciones estéticas indígenas, así por la delicadeza en el colorido ornamental cuanto por elegancia ondulante y caprichosa de los motivos. Dicha cerámica nos permite hablar de la riqueza y de la hermosura decorativa de las culturas de México que precedieron a los españoles.

La ausencia de elementos mitológicos, presta un carácter estético único dentro del mundo indígena.

#### CERAMICA DEL OCCIDENTE

La cerámica de los pueblos tarascos es una de las desconcertantes interrogaciones que se abren dentro del complejo de culturas indígenas de México. La cerámica, que es la rama artística por excelencia de los tarascos, no tiene paralelo dentro del resto de estilos artísticos tribiales: no posee el naturalismo y la sensualidad de los mayas, tampoco el realismo sobrio y majestuoso de los olmecas, ni la austeridad geométrica de los teotihuacanos, ni la simplicidad ni la economía de formas de los aztecas o, en fin, el preciosismo y elaboración de los mixtecas. En su cerámica, como no sucede en otras culturas, quedó bosquejada una expresión psicológica desconcertante: rasgos de terror y de alegría dolorosa.

Localizados, en efecto, en el riñon lacustre de Michoacán, su estilo artístico irradió más allá de la tribu, hacia Jalisco, Colima y Nayarit.

Los tarascos no participaron de los grandes adelantos culturales indígenas, fueron evolucionando gradualmente, hasta presentarnos en pleno siglo XV idolillos acabados con técnica arcaica.

La loza colimense es, sin duda, la más bella cerámica en el género escultórico en el México antiguo. El área colimense, en efecto, destacó por sus preciosas y grandes vasijas zoomórficas, principalmente modeladas con figuras de pernillos rechonchos o con motivos humanos, como estatuas de cazadores y madres amamantando a sus hijos, la significación de estos animales, que se les encuentra depositados en las tumbas, sea la de representar el nahual del dios de las tinieblas.

También son representativas las figuras de guerreros armados de porras en actitud de golpear. Ninguna otra cultura, como esta supo expresar rasgos psicológicos de ironía, con verdaderas muecas grotescas en las estatuillas. (12)

## CERAMICA COLOMBINA

En el México precolombiano, la cerámica encontrada en Cholulá, Pue., consiste sobre todo en figurillas estilizadas; mientras que la obra figulina de Casas Grandes se caracteriza por su decoración con motivos geométricos en negro sobre fondo blanco. La alfarería maya es principalmente antropomorfa y zoomorfa, con decoraciones incisas. Existen algunos vasos trípodes decorados en negro y rojo sobre fondo amarillo, procedentes de esta zona, pero todos estos pueblos, aunque adelantados en otras actividades artísticas, desconocían en absoluto la vitrificación y el torno del alfarero, elementos ambos indispensables para el progreso cerámico, razón por la cual este arte se conservó en estado primitivo hasta la llegada de los españoles, quienes introdujeron en México, hacia fines del siglo XVI, la mayólica de Talavera y de Sevilla.

A partir de entonces los alfareros mexicanos continuaron en la ciudad de Puebla la manufactura de productos de barro recubiertos con barnices estaníferos, poniendo en ellos el vigoroso sello artístico de su raza. Estos obreros tuvieron su primera fuente de inspiración en las decoraciones en blanco y azul de talavera, de la Reina, en España; pero más tarde se observa la influencia de la escuela sevillana en los productos policromados, especialmente en la pintura de mosaicos y vasijas recubiertos con un esmalte más denso y de un tono crema más subido que el de la loza de talavera, que es más delgado y de tinte azulado.

La influencia oriental se combinó en el incipiente arte mexicano, debido a la gran cantidad de tibores, marfiles, lacas, sedas y porcelana de raras formas, de extraños y atractivos decorados, que entraban al país en las famosas naos de la China, durante la dominación española, y que despertaron el celo artístico de los nativos, estimulándolos a producir. Empezaron entonces nuestros alfareros por imitar los motivos característicos y aún diseños completos del arte Chino, o bien los combinaron con propias fantasías. (Es por demás decir que las manifestaciones artísticas de los mexicanos revelan, en los productos cerámicos

bajo la influencia hispana, el espíritu indiano; y si se recuerda que la loza de España tiene influencia morisca bien definida, se tendrá como resultado un arte cerámico mexicano, morisca, china y azteca, que se extiende a otras ramas de las bellas artes).

A menudo se encuentran en una sola pieza dos o más de estos estilos combinados, y con frecuencia se mezclan motivos hispano chinos y mexicanos en una composición sin sentido definido, aunque también hay vasijas en que se conserva en toda su original pureza un solo de estos estilos.

Cuando llegaron los españoles, a quienes practicaban el oficio se les consideraba como toltecas, es decir, como artistas, según otro de los significados del vocablo. Así lo dice el texto en lengua náhuatl, que Fray Bernardino de Sahagún recogió de sus indígenas informantes, al mediar el siglo XVI. El texto dice:

Alfarero (Zuquicuhqui)

El que da un ser al barro:  
de mirada agua, moldea,  
amasa el barro.

El buen alfarero:

pone esmero en las cosas,  
enseña al barro a mentir,  
dialoga con su propio corazón,  
hace vivir a las cosas, las crea,  
todo lo conoce como si fuera un tolteca,  
hace hábiles sus manos.

El mal alfarero:

torpe, cojo en su arte,  
mortecino.

En la época colonial incorporó la tradición española, y se vio influido por elementos plásticos venidos del oriente. Estas tradiciones contribuyeron a conformar nuestra alfarería contemporánea.

## CERAMICA CONTEMPORANEA

A través de los seculares esfuerzos de los alfareros, en general, se mantienen muchas de las tradiciones y otras se han renovado de acuerdo al proceso de desarrollo histórico de la cultura del país, de las regiones y las localidades que lo forman. Así se tiene una alfarería muy diversa de características indígenas, de rasgos occidentales predominantes y la más abundante que es en la que están presentes los resultados del proceso transcultural de México. Lo que es evidente, es que las regiones donde más se produce, son aquellas que fueron importantes enclaves de la cultura mesoamericana. Pero, también es importante destacar que, la alfarería que tiene más características occidentales, se produce en centros de población, que, en la colonia, fueron localidades de cultura criolla.

Los centros alfareros de la actualidad se pueden identificar debido a las características específicas de las formas que producen: así, no es aventurado afirmar la existencia de estilos locales, aunque también de estilos individuales identificados con alfareros de renombre artístico.

La tradición, principalmente, pero también el contexto sociocultural de los artistas alfareros, proporcionan a éstos la conciencia artística y los supuestos básicos que informan y alimentan su necesidad de crear belleza con el barro, por lo que, la alfarería contemporánea, igual que la prehispánica y la colonial, es una actividad creadora de valores plásticos que se materializan en las piezas cerámicas, con sus formas, sus acabados, sus decoraciones y sus temas, de las que muchas son obras excepcionales, aunque muchas, vistas en conjuntos, también son de especial significado como arte social, colectivo, que cumple funciones de esa índole: domésticas, ornamentales y ceremoniales.

La alfarería contemporánea, como todas, ha estado sujeta a los cambios que producen diversas circunstancias; esto se ha señalado respecto a Tzintzuntzan, Metepec, Tonaliá, Dolores Hgo. Puebla y algunas localidades más. Los cambios que ha producido el

devenir histórico, por el proceso de culturización, generalmente han nutrido y enriquecido las tradiciones alfareras.

En las distintas expresiones alfareras del México contemporáneo, se dan técnicas, formas y acabados de distintas tradiciones. Unas son más conservadoras que otras; en algunas se nota más la persistencia de rasgos indígenas, y éstas, corresponden a aquellas áreas que aún tienen núcleos de población en los que el proceso de culturización ha sido lento. Son, por tanto, más conservadores y tradicionalistas en su producción cerámica. Algunos de los centros que se pueden considerar como tales son: Acatlán, en Puebla; Ameyaltepec y Toluiman, en Guerrero; Amatenango, en Chiapas; Ucotlán y Coyotepec, en Oaxaca; Huánzito, en Michoacán, y otras más. En cambio, otros centros producen obras con formas y acabados de origen europeo; entre éstos se encuentran principalmente los que hacen piezas de mayólica o talavera, como la ciudad de Puebla, fundada por los españoles, casi sin antecedentes ni participación indígena importante, y Dolores Hidalgo, en Guanajuato, localidad fundada más allá de Mesoamérica, en donde los criollos fueron el grupo determinante en la época colonial; esta alfarería de mayólica es la que tuvo hace tiempo inaudable influencia oriental. Pero la mayoría de los centros alfareros del país trabajan con elementos tradicionales fundidos de ambas, debido al proceso cultural que ha producido una nueva tradición que algunos llaman "mestiza". Los centros más importantes están también en la ciudad de Puebla, en su barrio de la Luz; en Atzompa, en Oaxaca; en Metepec, Icomatepec y Valle de Bravo, en el estado de México; en Capula, Izintzuntzan, Santa Fe de la Laguna, San José de Gracia y Patamban, en Michoacán; en Ionalá y otros lugares cercanos del Valle de Atemajac, en Jalisco; y en Acámbaro y San Miguel Allende, en Guanajuato.

Las formas son tantas y tan variadas que es difícil reducirlas a un esquema clasificatorio; hay objetos puramente utilitarios, muchos de ellos para la construcción arquitectónica como lavaderos, tinas, gárgolas, tubos y canales para conducción de aguas y losetas para revestir pisos y muros. Los hay para contener alimentos o prepararlos, como molcajetes, comales, ollas,

cazuelas, jarros. Hay también una gran variedad de piezas para agua, como: tinajas, cantaros, axaxtles (recipiente indígena parecido al lebrillo), botijos, botellones, entriaderas y otras más. Hay vajillas completas para servicios de mesa, de té y de café. Las vajillas se componen de piezas muy variadas en forma y número, entre las que destacan los platos, platonos, los pozoleros; también las tazas y tazones, pocillos y salceras. Hay piezas especiales para uso ceremonial, adecuadas a cada festividad, como los sahumerios, candeleros, candelabros y piezas que forman conjuntos simbólicos, y piezas de lo más variado para fines ornamentales exclusivamente, como: macetas, macetones, fruteros y floreros. Hay piezas antropomorfas, zoomorfas y fitomorfas y muchas más que son tradicionales o innovaciones debidas a la imaginación de los alfareros.

Las principales técnicas con que se elabora la alfarería son cuatro principalmente: modelado a pulso; modelado con "parador", una especie de torno rudimentario que consiste en un plato que gira sobre una tabla; modelado en torno generalmente en moldes de barro aunque en los centros con técnicas más avanzadas, son de yeso.

Los acabados son los más variados y específicos de cada localidad. Los más usuales son: en barro aparente; con engobe simple; con decoración pintada sobre el engobe; bruñido en seco, directamente sobre el barro; bruñido sobre el engobe o slip; con vidriado interno; con vidriado completo, común o fino.

El proceso de elaboración es sumamente cuidadoso, con multiplicidad de actos que van desde la extracción del barro, la molienda, el cernimiento, el amasado, el entortamiento, la construcción de la pieza, el acabado y el decorado, para terminar con el cocimiento, que puede ser simple para las piezas sin vidriar y doble para las que llevan vidriado o engretado. La "cocnura" se hace con procedimientos rudimentarios, como el quemado al exterior, sobre la superficie de la tierra, o con hornos que varían en forma y capacidad, en construcción y control.

Ahora, se hace una consideración de los centros productores más importantes; de algunos de los alfareros conocidos y de las obras de valor plástico, que han merecido distinción del gusto de los consumidores y de la opinión autorizada.

En el estado de Guerrero, se distinguen las piezas de una sola cochura, decoradas con pintura roja de almagre sobre engobe de color muy claro, que son típicas de Ameyaltepec, de Tolimán y de San Agustín Huapan.

La alfarería de Amatenango del Valle, en Chiapas, es similar en apariencia a la de Guerrero, aunque las formas son diferentes y la decoración distinta. Es cerámica de una sola cochura, quemada al exterior.

Oaxaca, es una entidad en la que los grupos indígenas y muchas de sus tradiciones culturales, prehispánicas o coloniales, aun persisten. Esto se refleja en la abundante producción alfarera de sus comunidades, en las que se advierten variados niveles de ejecución, de técnica, de interpretación y de uso. Allí se produce alfarería utilitaria, ceremonial y ornamental. En la entidad se distingue como centro alfarero San Bartolo Coyotepec, pueblo situado en el valle de Zimatlán, cerca de la capital.

Ucotlán es otra comunidad indígena donde las formas ceremoniales de su alfarería son tradicionales. Santa María Atzompa es una comunidad cercana a la capital oaxaqueña, en donde se hace cerámica verde y roja vidriada. Tehuantepec, en el istmo del mismo nombre, es famoso por sus tradiciones, allí se conserva una que se traduce en bellas e ingenuas figurillas de barro, que son juguetes y al mismo tiempo ofrendas. De San Blas, lugar cercano a Tehuantepec, son las enfriaderas de barro para el agua.

El Estado de México tiene una vasta producción alfarera artística y utilitaria. Sus áreas se distinguieron desde épocas pasadas por sus piezas de cerámica: Texcoco, además de que fué asiento de la cabecera del reino acolhuaque, fué cuna de todas las artes desde el reinado del rey poeta Nezahualcoyotl; la región matlatzincas tuvo cerámica ligada por una parte a la del

valle de México y, por otra, a las influencias de la bella cerámica tarasca. Cuauhtitlán fue importante centro alfarero en la época colonial, cuando saturaba con sus piezas los tianguis y mercados regionales. Actualmente, tienen buena producción: Texcoco, Tectihuacán, Icomatepec, valle de Bravo y sobre todo, Metepec. La alfarería ornamental es de una sola cochura y policromada en colores brillantes estridentes y contrastados.

La alfarería de Michoacán tiene importancia por su producción tan vasta y variada, pero, sobre todo, por la riqueza de formas, de acabados y por la bella decoración, no sólo en el conjunto del Estado, sino muchas veces en el mismo centro alfarero.

En el área lacustre michoacana, son centros alfareros destacados: Santa Fe de la Laguna y Izintzuntzan. En Santa Fe, en donde tuvo realidad en el siglo XVI la utopía hospitalaria de Vasco de Quiroga, y en la que tuvo lugar importante el estímulo de las artesanías, se trabaja únicamente la loza negra vidriada.

En Izintzuntzan, que fué la antigua capital del reino tarasco y cabecera provincial en los primeros tiempos de la colonia, se hacen muchas piezas tradicionales.

En las cerámicas michoacanas, tiene especial significado, por su belleza, la que se hace en Patamban, pueblo en el que casi las dos terceras partes de la población se dedicaba hasta hace poco tiempo a la alfarería. Aunque en esa población los alfareros son indígenas tarascos, utilizan técnicas de la época colonial y hay especialización de formas por talleres familiares.

Relacionadas con la cerámica de Patamban, están las piezas que se hacen en Huáncito y en San José de Gracia. En Huáncito se hacen cantaros rojos pulidos, y en San José de Gracia hacen cerámica verde vidriada "Pitas". Ocumicho se distingue por las figuras fantásticas de barro policromado, que representan diablos y animales de formas extrañas. Y en Capula, cerca de Morelia, producen vajillas de barro vidriado de color café rojizo con decoración geométrica.

El estado de Jalisco tiene muy buenos centros alfareros, principalmente en el valle de Atemajac. El principal es Tonalá, que fue la cabecera de un reino prehispánico, y es, por tanto, un lugar antiguo. Sin embargo, la cerámica que se produce es de tradición colonial, aunque de esa época hay pocas piezas registradas: las más antiguas son del siglo XIX a cuyos finales empezó a languidecer el arte alfarero tonaleco. En el pueblo de Santa Cruz, cerca de Tonalá, los alfareros se han especializado en juguetería de barro; en El Rosario, otra localidad del valle de Atemajac, se hace una cerámica con decoración floral, en color café rojizo, que destaca sobre un engobe un poco más claro y que se denomina "canelo".

Y finalmente, de Jalisco, no se puede dejar de mencionar Tlaquepaque, lugar cercano a la capital Guadalajara. todas las esculturillas de barro se hacían en molde, a veces articuladas con alambre. Pero Tlaquepaque sucumbió ante el gusto rampiñón de la clase media en ascenso, perdió su tradición, y en la actualidad allí solo se hacen piezas de poco valor artístico.

La alfarería en el estado de Guanajuato, es abundante, casi no hay pueblo de la entidad que no tenga alfareros; la región tiene buenos y abundantes barros.

Los centros productores más importantes son la ciudad de Guanajuato y Dolores Hgo., en donde se hace cerámica utilitaria de lujo y la que es francamente ornamental dese tiempos del cura Hidalgo, pero también sobresalen San Miguel Allende, Celaya, Irapuato, Acámbaro, San Luis de la Paz y otros poblados.

En general, el estado es rico en cerámica derivada de tres tradiciones: la indígena, del área sur hasta donde llegaron los tarascos en la época prehispánica; la que llevaron al Bajío y al área minera; los grupos indígenas que trasladaron los españoles desde el centro de México como auxiliares en la colonización, ya que esa parte estaba ocupada por grupos nómadas; y la de los propios españoles.

En el Estado de Puebla hay alfarería de rasgos indígenas, de prosapia española y de franco sello mestizo. Se hacen desde las piezas más simples hasta las de mayor significación suntuaria. Piezas domésticas, ornamentales y ceremoniales. Los principales centros productores son Acatlán, Izucar de Matamoros, Huaquechula, la ciudad de Puebla, Amozoc, Tenexatiloyan y la zona indígena de la Sierra de Puebla. En su realización utilizan torno, molde, modelado a pulso o con parador. Hay lozas de barro aparente, de una cocción a baja temperatura; las hacen vidriadas de dos cocuras, la segunda en alta temperatura. Y también hacen mayólica o talavera.

La ciudad de Puebla tiene una alfarería mestiza hecha en el barrio de La Luz, aunque en la actualidad su producción está bastante aminorada y se forman unos cuantos alfares. Pero por lo que más se distingue la ciudad es por la cerámica llamada "talavera". Es la más fina que se hace en México. Su origen es colonial, y en aquella época la llamaba simplemente "loza blanca".

Es de gran tradición artesanal y la única bien documentada históricamente. Los primeros alfares se establecieron en el siglo XVI, no se sabe si a raíz de la fundación de la ciudad en 1531, porque faltan documentos de aquella época. Transcurrido un siglo, cuando largamente se practicaba el oficio, los maestros dueños de alfares pidieron que se autorizara la formación del gremio y que se les dieran ordenanzas.

El vidriado contribuye para hacer resaltar el colorido de la decoración, principalmente en las piezas decoradas con azules fuerte y delgado. Los colores de la talavera policroma eran, hasta hace poco, casi siempre los mismos y lo que cambiaba, eran los tonos y las combinaciones: esos colores son el verde y amarillo, el anaranjado, azul y negro para los perfiles; en la actualidad los diseños y colores, solos o combinados, son infinitos debido a la gran demanda.

Haciendo un pequeño resumen de estos diferentes estados se encuentra que es tal la cantidad de poblaciones alfareras en estas entidades, que pretender hacer una descripción exhaustiva y

la catalogación de la alfarería que producen, resultaría imposible y, además, es un intento vano para los propósitos que se persiguen, pues no se pretende hacer una nómina etnográfica. Por tanto, sólo se ha mostrado un trabajo selectivo que proporcione una idea de lo más sobresaliente de la alfarería mexicana. Se ha empleado del criterio etnográfico para la identificación de las comunidades que producen alfarería y para especificar los datos de las distintas modalidades del uso y del contexto cultural en que se realizan y, naturalmente, de un criterio valorativo que permita atender el valor plástico de las formas.

La historia de la cerámica mexicana, y en especial la de los azulejos y loza de talavera, es paralela a la de los conventos franciscanos, desde la fundación de los primeros retiros hasta el final del período de las construcciones conventuales, en el siglo XVIII.

Por lo que se puede decir, que el período sobresaliente de la cerámica mexicana, es la época colonial, y la decadencia de este arte coincide con la época en que languidecen las obras materiales, hasta degenerar por completo en la actualidad, en que lo que se produce se trata de hacer imitaciones cada vez más alejadas de la originalidad indígena. (6)

## CAPITULO IV

### COMPARACION DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LAS ARCILLAS

## NOMENCLATURA

Con la finalidad de tener un mejor concepto de las arcillas se proporciona la siguiente nomenclatura.

MINERAL	FORMULA	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : SiO <sub>2</sub>
Schonetterita	8Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3SiO <sub>2</sub> 3 H <sub>2</sub> O	1:0,38
Colirita	2 1 9	1:0,5
Alofano	1 1 5	1:1
Kochita	2 3 5	1:1,5
Caolinita	1 2 2	1:2
Clayita	1 2 2	1:2
Nacrita	1 2 2	1:2
Dickita	1 2 2	1:2
Halloysita	1 2 2 + Aq	1:2
Newtonita	1 2 5	1:2
Anauxita	1 3 2	1:3
Beidellita	1 3 5	1:3
Montorillonita	1 4 1 + Aq	1:4
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	

## F E L D E S P A T O S

Ortoclase	K <sub>2</sub> O.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .6SiO <sub>2</sub>
Ortoclase	K <sub>2</sub> O.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .6SiO <sub>2</sub> diferente arreglo cristalino
Plagioclase	Albita, Na <sub>2</sub> O.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .6SiO <sub>2</sub>
	Anortita, CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .6SiO <sub>2</sub>

## M I C A S

Moscovita	KAl <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>
Biotita	K(MgFe) <sub>3</sub> AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>

LAS PRUEBAS FISICAS Y QUIMICAS REALIZADAS PARA CARACTERIZAR UNA ARCILLA SON:

a) Plasticidad.- Una arcilla puede absorber agua y con una cantidad dada, llegar a un estado en que por presión puede deformarse y conservar la nueva forma cuando desaparece la presión.

La plasticidad está relacionada con la composición mineralógica y con el tamaño de partícula, con la capacidad de cambio de cationes o aniones, con el pH y con la transición superficial del agua.

Método.- Para medir la plasticidad se pesan 10 g de arcilla que haya pasado por la malla 100, en una probeta de 10 ml poner agua y agregar poco a poco hasta tener el punto plástico, medir que cantidad de agua fué necesaria.

b) Dilatación.- Una pieza formada de arcilla al secarse se encoge y al quemarse también se encoge. Las arcillas más plásticas son las que más se encogen; el encogimiento varía entre el 5 y el 12%.

Cuando una pieza es blanca, contiene espodumento, la cantidad de arcilla es baja y el encogimiento baja también.

Método.- Para medir la dilatación se fabrica una barra cilíndrica de arcilla que tenga 10.0 cm de largo y 2.3 a 3 cm de diámetro, se seca a la temperatura ambiente y se mide la contracción sufrida por la pieza.

c) Moldeabilidad.- Esta sumamente relacionada con la plasticidad del material, ya que el moldeo de las pastas cerámicas tradicionales depende de las propiedades plásticas y del flujo de ésta. La facilidad con que cambia la forma una mezcla arcillosa, depende del contenido de agua. Así cuando el contenido de agua es aproximadamente del 50 se forma una pasta que puede fluir como un líquido para rellenar todos los espacios en recipientes y moldes.

Los métodos de moldeo se dividen por consiguiente con arreglo a la condición de la pasta como sigue: a) líquida, b) pasta viscosa, c) plástica, d) semiseca y e) seca.

Tanto la líquida como la pasta viscosa fluyen por gravedad o baja presión. En las condiciones plásticas y semisecas se logra solamente el flujo con presiones considerables, pero se conserva la nueva forma cuando se retira la presión.

En la condición seca generalmente no puede inducirse el flujo.- Para que se obtenga un mejor moldeo es necesario que la pasta de arcilla este en condiciones plásticas.

d) Color al quemado.- De acuerdo a la temperatura de cochura de una pieza cerámica, el arreglo cristalino de sus componentes varia. Este arreglo determina las características visuales de la pieza tales como color, vitrificación, etc.

En el caso de estas pruebas de arcillas fueron puestas al horno a  $1050^{\circ}\text{C}$  con un cono pirométrico de 0.5 el cual de la información, para saber si la muestra sufre algunas transformaciones durante el proceso del quemado.

El color y características de las muestras se observan al microscopio óptico utilizando para ello los discos conocidos para la prueba de contracción.

e) Tamaño de partícula.- Es en esta, donde intervienen, el tamizado, el cual es un procedimiento de separación de las partículas de un material de acuerdo a su tamaño.

Los tamices pueden hacerse de alambre, seda y naylon. El número de tamiz se refiere al número de hilos que contiene por unidad lineal. Como los distintos tipos de hilo son de espesor diferente, puede variar la apertura real. Por ello es necesario establecer la especificación del tamiz.

Normalmente se utiliza un juego de tamaños de malla convenientemente distribuidas, provistos de una tasa y un fondo colector.

Se añade agua destilada para separar los granos finos del material grueso. La malla mayor retiene un elevada proporción de módulos ferruginosos y un reducido número de láminas de mica. Los tamices más pequeños retienen mica, cuarzo y la mayor parte de los minerales pesados. Un material con menos de 3% de residuo en el tamiz de 200 mallas y de 0.5% sobre el tamiz de 325 mallas tiene un grano muy fino y es adecuado para fabricar artículos de calidad selecta.

f) Grados de expansión.- Debido a los cambios químicos que se producen durante la cocción se registran cambios considerables en el volumen de la arcilla. Estos cambios consisten en expansiones o contracciones rápidas e irregulares. (7)

En general, una pieza de arcilla cocida es más pequeña que una cruda: existen, sin embargo, excepciones en los casos en que se desprenden gases y éstos quedan retenidos después en la arcilla. Del mismo modo que los distintos minerales de arcilla tienen reacciones térmicas diferentes, así sus curvas de expansión son también diferentes.

Las arcillas al ponerse en contacto con el agua, se expanden porque:

- 1) Existe absorción en los poros.
- 2) Hay absorción en la superficie reduciendo la energía superficial de la arcilla, la cual se comporta elásticamente y se expande.
- 3) Combinación química con el agua que penetra en las redes cristalinas por difusión.

MÉTODO.- Para medir el grado de expansión de una arcilla, se toman 10 g de la muestra que paso por la malla 100 y se coloca en una probeta, a la cual se añade agua, se determina el volumen de agua a las 2, 24 y 48 hrs. El grado de expansión se determina

por:

$$G.E. = \frac{V_f - V_i}{V_i} \times 100$$

$V_i$  = Volumen inicial

$V_f$  = Volumen final

g) Análisis de microscopía.- Para determinar visualmente la probable composición de la arcilla es necesario observar al microscopio cada una de las fracciones de muestra recolectadas en las correspondientes mallas. Debido a que los óxidos presentes se observan como cristales coloridos, esta determinación es sencilla (11).

## PROPIEDADES QUÍMICAS

El análisis químico, tiene aplicaciones más estrictas en investigación, control y desarrollo, aun cuando la naturaleza de materias primas cerámicas y de sus reacciones necesitan el empleo de otros muchos métodos además del análisis.

El conocimiento de la composición química de las materias químicas, pastas, vidriados y productos cerámicos es frecuentemente muy útil. Los análisis completos de los materiales silicoaluminatos por métodos clásicos requieren por lo menos de una semana para su acabado. (10)

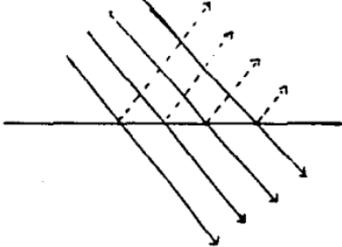
1) Los rayos X son radiaciones electromagnéticas cuya longitud de onda es de orden  $10^{-8}$  cm o menor.

La difracción de rayos X por los cristales es un fenómeno importante por que puede emplearse para revelar las ubicaciones relativas de los átomos en un sólido.

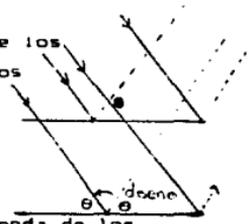
Los diagramas de difracción se producen cada vez que la luz pasa a través de una estructura periódica que posee características que se repiten regularmente. Para que un diagrama de difracción resulte observable, la distancia que se repite en la estructura periódica debe ser aproximadamente igual a la longitud de onda de la luz utilizada. Una red cristalina es una estructura periódica tridimensional en donde la distancia que se repite es de aproximadamente  $10^{-8}$  cms. (distancia interatómica), actuando como una rejilla de difracción donde 2 conjuntos de ondas llegan a interferirse constructivamente para producir los puntos de máxima intensidad a lo largo de una línea denominada rayo.

Cuando un frente de ondas de rayos X incide sobre un conjunto de átomos situados en un plano, parte de haz de rayos incidentes es transmitido y parte es reflejado por dichos átomos como se indica la figura:

(a)  
Frente de onda de los  
rayos X incidentes



Frente de onda de los  
rayos X reflejados



Frente de onda de los  
rayos X transmitidos

En la red cristalina los átomos están dispuestos de un modo sistemático, y se puede considerar que forman una serie de planos separados por una distancia. Si se considerara el caso simple de 2 planos en los que los rayos X incidentes son reflejados por cada átomo. Se ve fácilmente que la longitud del recorrido del frente de onda emergente, es mayor en el caso del plano inferior. Mediante simples consideraciones geométricas se demuestra que el incremento de distancia es:

$$2d \sin \theta$$

donde  $d$  es la distancia que separa los dos planos reflectantes y  $\theta$  es el ángulo formado por el haz incidente con la dirección del plano de reflexión. Para obtener un haz reflejado intenso, los rayos emergentes deben estar en fase; por lo tanto debe cumplirse la condición conocida como Ley de Bragg:

$$2d \sin \theta = n \lambda$$

donde  $n$  es un número entero y  $\lambda$  es la longitud de onda de la radiación incidente. De esta ley se deduce que si se utiliza radiación monocromática de una longitud de onda conocida, se obtendrán rayos reflejados intensos solamente para ciertos valores fijos de  $\theta$  y de  $d$ . Si se determinara experimentalmente el ángulo de incidencia, se puede calcular luego la distancia  $d$  entre los planos reticulares.

j) Análisis en infrarrojo.- Es una radiación electromagnética con longitud de onda más larga que la radiación visible. El rango de longitud de onda es aproximadamente 0.7 m - 1 mm. Muchos materiales transparentes ante la luz visible se vuelven opacos ante la infrarroja. La radiación infrarroja se produce por el movimiento de cargas en la escala molecular, o sea por movimientos rotacionales o vibraciones de las moléculas. Es importante el espectro de absorción de los compuestos en el infrarrojo. Este importante método se había empleado mucho en compuestos orgánicos y últimamente también con éxito en el análisis de compuestos inorgánicos, campo en el que se han desarrollado muchas investigaciones actualmente ya que representa un gran auxilio.

El análisis infrarrojo para compuestos inorgánicos requiere que la muestra sea sólida y para ello se forma una pastilla con el polvo de muestra.

Las arcillas han presentado dificultades para obtener de ellas un patrón de absorción en el infrarrojo, por que el tamaño de los cristales de esos materiales es muy pequeño, las muestras para el análisis han sido aglomeradas, con el resultado que ocurren considerables reflexiones internas y consecuentemente una reducción substancial en la intensidad de la corriente transmitida. Son posibles transmisiones satisfactorias si la arcilla se monta en un gránulo de KBr en frío y a presión. La región de absorción en el rango de oxhidrilo 2.7 - 3.2 micras se estudiaba más satisfactoriamente, usando un prisma de fluoruro de litio, o una rejilla de difracción en lugar de prisma.

Las dos regiones más importantes del espectro de infrarrojo para arcilla y minerales asociados se encuentran en el rango de frecuencias:

- a)  $3500 - 3750 \text{ cm}^{-1}$  (longitud de onda de 4 - 2 micras, donde se encuentran las absorciones del oxhidrilo y del agua.
- b)  $1150 - 400 \text{ cm}^{-1}$  (longitud de onda de 10 - 25 micras), donde ocurren las vibraciones en el retículo que contiene a los cationes.

Procedimiento.- se toma una muestra de 1 g de arcilla moída y se preparan muestras para correrse en el espectrómetro de infrarrojo, después se interpreta el espectro. (7-15)

1.) Análisis térmico diferencial.- Este se basa en los cambios térmicos como variaciones de calor asociados con las reacciones químicas o con los cambios de fase. Al aumentar la temperatura a una velocidad constante se produce una transferencia de energía calorífica, la cual puede producir un cambio físico o una reacción química. En el ATD se registran las variaciones de temperatura de la muestra en función de la temperatura del horno del calentamiento.

En el ATD se compara la temperatura de una masa inerte generalmente alúmina con la muestra, esto se logra mediante la conexión de termopares en la muestra y en el inerte. Un proceso endotérmico provoca un voltaje y un exotérmico otro en sentido opuesto. Este análisis registra además, efectos causados por fenómenos físicos como fusión, inversión estructural cristalina, sublimación, ebullición y evaporación. La aplicación principal se debe a que el calor de reacción es proporcional al área comprendida bajo la curva, ya que permite reconocer fácilmente productos semejantes.

En una gráfica de ATD es posible determinar claramente la señal del cambio calorífico (exo o endotérmico) la temperatura aproximada a la que inicia este cambio y por la magnitud del pico, la cantidad aproximada de material que reacciona, debe aclararse que la temperatura depende de la velocidad de calentamiento. Sin embargo la velocidad estandar de  $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$  es ampliamente aceptada y las temperaturas de los picos sirven para identificar muchas sustancias (5).

ESTUDIOS REALIZADOS DE LAS DIFERENTES ARCILLAS  
PROCEDENTES DE LA REPUBLICA MEXICANA

ARCILLA PROCEDENTE DEL ESTADO DE CHIAPAS  
RESULTADOS

PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	Plástica
DILATACION	Contracción lineal 11.1% Contracción superficial 18.9% Contracción cubica 25.5%
MOLDEABILIDAD	Moldeable
COLOR AL QUEMADO	Anaranjado tipo ladrillo
TAMARO DE PARTICULA	90.46
GRADO DE EXPANSION	18 %
ANALISIS DE MICROSCOPIA	En el microscopio se observó una mayor brillantez en los cristales de la arcilla tamizada. Con los datos obtenidos en el microscopio electronico se puede agregar que tiene fierro y titanio. cuarzo y magnetita

PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO	SiO <sub>2</sub>	47.92%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	38.35%
	CaO	0.51%	MgO	0%
	Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.69%	H <sub>2</sub> O	13.4%
ANALIS DE RAYOS X	Principalmente cuarzo, albita en forma de sus sales Na-Ca y Na-H, caolinita, montomillonita, feldespatos			
INFRARROJO	Caolinita, cuarzo y mica			
ANALISIS ATD	Presenta la formación de arreglos cristalinos proporcionados por $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , dickita, nacrita y caolinita.			

## ARCILLA PROCEDENTE DEL ESTADO DE CHIAPAS

## CHIAPAS II

## PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	48.6 %
DILATACION	8% quemado 4% secado 17% Total
MOLDEABILIDAD	Moldeable
COLOR AL QUEMADO	Anaranjado
ANALISIS DE MICROSCOPIA	Mallas      Cristales
	24            Cuarzo, magnetita
	50            Cuarzo, magnetita, olivino
	60            Silicoaluminato de fierro, vermiculita, cuarzo
	250          Silicoaluminato de fierro, cuarzo, olivino, vermiculita
	325          Silicoaluminato de fierro, olivino y magnetita
	Sin pasar por malla    Magnetita y cuarzo
GRADO DE EXPANSION	No se hizo

## PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO	Titanio    0.18%    Fierro (II) 3.0%
	Silice     40.00%    Potasio     0.4%
	Sodio     0.56%    Magnesio    0.9%
	Fierro III 24.8%    Calcio      0.76%
ANALISIS DE RAYOS X	Vermiculita, caolin,    arcuarzo, feldespato, cristobalita, CaCO <sub>3</sub>
INFRARROJO	Cuarzo, cristobalita, feldespato y Albita.
ANALISIS ATD	Albita, cristobalita y mica

## ARCILLA PROCEDENTE DEL DISTRITO FEDERAL

## CONTRERAS

## PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	Es plástica																
DILATACION	A temperatura ambiente 5% y al quemado 2%																
MOLDEABILIDAD	Moldeable																
COLOR AL QUEMADO	Rojo obscuro																
ANALISIS DE MICROSCOPIA	Se observa que el 39.62% del material es de tamaño de particula inferior de 350 mallas.																
GRADO DE EXPANSION	Al ponerse en contacto con el agua se expande.																
MICROSCOPIO OPTICO	<table> <thead> <tr> <th>Mallas</th> <th>Cristales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>Negros, transp. y amarillos</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>Negros y transparentes</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>Negros, transp. y verde claro</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>Negros, transp. y naranjas</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>Negros, transp., verde claro y naranjas.</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>Negros, transp., blancos y naranjas</td> </tr> <tr> <td>325</td> <td>Negros, transp. y verde claro</td> </tr> </tbody> </table>	Mallas	Cristales	20	Negros, transp. y amarillos	40	Negros y transparentes	50	Negros, transp. y verde claro	100	Negros, transp. y naranjas	120	Negros, transp., verde claro y naranjas.	250	Negros, transp., blancos y naranjas	325	Negros, transp. y verde claro
Mallas	Cristales																
20	Negros, transp. y amarillos																
40	Negros y transparentes																
50	Negros, transp. y verde claro																
100	Negros, transp. y naranjas																
120	Negros, transp., verde claro y naranjas.																
250	Negros, transp., blancos y naranjas																
325	Negros, transp. y verde claro																

## PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO	SiO <sub>2</sub>	70.87%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.54%
	FeO <sup>2</sup>	3.58%	MgO <sup>3</sup>	0.85%
	Na <sub>2</sub> O	4.58%	K <sub>2</sub> O	0.77%
	NiO	0.15%	PbO	0.02%
	CuO	0.40%	CO <sub>2</sub>	0.40%
	TOTAL		97.79%	

ANALISIS DE RAYOS X	Mica, cristobalita, feldespato (albita), caolin
INFRARROJO	Caolinita, feldespato (albita) y cuarzo (cristobalita)
ANALISIS ATD	No se hizo

ARCILLA PROCEDENTE DEL DISTRITO FEDERAL  
CUAJIMALPA

PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	30 ml/100 g. por la malla 100																								
DILATACION	21.4%																								
SOLDEABILIDAD	Fué necesario agregar 24 ml. de agua a 100 g. de arcilla.																								
COLOR AL QUEMADO	Anaranjado																								
TAMANO DE PARTICULA	58%																								
GRADO DE EXPANSION	6%																								
ANALISIS DE MICROSCOPIA	<table> <tr> <td>Mallas</td> <td>Cristales</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Negros, amarillos, blancos, transparentes y cafés.</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>amarillos, blancos, transparentes y rojos</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>Negros, transparentes, blancos y amarillos.</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>Blancos, transparentes, amarillos, ocre, negros y rojos.</td> </tr> <tr> <td>325</td> <td>Blancos, transparentes y amarillos</td> </tr> <tr> <td>MnO<sub>2</sub></td> <td>Negro</td> </tr> <tr> <td>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O</td> <td>Amarillo rojizo</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O</td> <td>Amarillo ocre</td> </tr> <tr> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O</td> <td>Amarillo</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>Negros</td> </tr> <tr> <td>CaCO<sub>3</sub></td> <td>Blancos</td> </tr> </table>	Mallas	Cristales	10	Negros, amarillos, blancos, transparentes y cafés.	20	amarillos, blancos, transparentes y rojos	50	Negros, transparentes, blancos y amarillos.	120	Blancos, transparentes, amarillos, ocre, negros y rojos.	325	Blancos, transparentes y amarillos	MnO <sub>2</sub>	Negro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Amarillo rojizo	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Amarillo ocre	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	Amarillo	SiO <sub>2</sub>	Negros	CaCO <sub>3</sub>	Blancos
Mallas	Cristales																								
10	Negros, amarillos, blancos, transparentes y cafés.																								
20	amarillos, blancos, transparentes y rojos																								
50	Negros, transparentes, blancos y amarillos.																								
120	Blancos, transparentes, amarillos, ocre, negros y rojos.																								
325	Blancos, transparentes y amarillos																								
MnO <sub>2</sub>	Negro																								
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Amarillo rojizo																								
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Amarillo ocre																								
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	Amarillo																								
SiO <sub>2</sub>	Negros																								
CaCO <sub>3</sub>	Blancos																								

PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO	No se hizo
ANALISIS DE RAYOS X	Ceolinita, α-cuarzo, α-cristobalita Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (OH) <sub>4</sub>
INFRARROJO	Ceolinita, α-cristobalita, α-cuarzo
ANALISIS AFD	α-cuarzo pasa a β-cuarzo

ARCILLA PROCEDENTE DEL ESTADO DE  
GUANAJUATO

PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	10 g/5.7 ml. = 1.72%																		
DILATACION	Contracción al secado 83.57% Contracción al quemado 66.26%																		
MOLDEABILIDAD	Se obtuvo una arcilla bastante moldeable agregando 5.8 ml. por cada 10 g de arcilla, usando malla 325.																		
COLOR AL QUEMADO	Cambio de café a naranja																		
TAMARO DE PARTICULA	Alrededor de un 15.8%																		
GRADO DE EXPANSION	16.6%																		
ANALISIS DE MICROSCOPIA	<table> <tr> <td>Mallas</td> <td>Cristales</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>transparente con manchas negras</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>transparente, morado, rojo</td> </tr> <tr> <td>325</td> <td>amarillo, verde, morado y rojo</td> </tr> <tr> <td>Cuarzo</td> <td>Transparente</td> </tr> <tr> <td>Manganeso</td> <td>Morado</td> </tr> <tr> <td>Feldespato</td> <td>Rojo</td> </tr> <tr> <td>Oxido Férrico</td> <td>Amarillo</td> </tr> <tr> <td>Olivino</td> <td>Verde</td> </tr> </table>	Mallas	Cristales	50	transparente con manchas negras	60	transparente, morado, rojo	325	amarillo, verde, morado y rojo	Cuarzo	Transparente	Manganeso	Morado	Feldespato	Rojo	Oxido Férrico	Amarillo	Olivino	Verde
Mallas	Cristales																		
50	transparente con manchas negras																		
60	transparente, morado, rojo																		
325	amarillo, verde, morado y rojo																		
Cuarzo	Transparente																		
Manganeso	Morado																		
Feldespato	Rojo																		
Oxido Férrico	Amarillo																		
Olivino	Verde																		

PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO

ANALISIS DE RAYOS X	$\alpha$ -Cuarzo, lepidolita, anortita, caolinita, albita y mica.
INFRARROJO	Se comprobó que esta arcilla estaba hidratada y que contenía el litio, cuarzo, aluminio y hierro.
ANALISIS ATD	No se hizo

## ARCILLA PROCEDENTE DE TULANCINGO

## ESTADO DE HIDALGO I

## PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	Para 10 gse necesitan 4 ml. de agua. Es plástica.
DILATACION	0 %
MOLDEABILIDAD	Moldeable
COLOR AL QUEMADO	Rojo claro
TAMARO DE PARTICULA	Se observa que el 43.62% del material es tamaño de partícula inferior a 350 mallas.
GRADO DE EXPANSION	Al ponerse al contacto con el agua se expande.

ANALISIS DE MICROSCOPIA	Mallas	Cristales
	20	Negros
	40	Negros
	50	Negros y transparente
	100	Negros, transp., verde claro y naranjas
	120	Negros, transp., verde claro y naranjas.
	250	Negros, transp., verde claro y naranjas
	325	Negros, transp., verde claro y naranjas

## PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO	SiO <sub>2</sub>	70.86%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.73%
	FeO <sup>2</sup>	5.30%	MgO <sup>2</sup>	0.65%
	Na <sub>2</sub> O	2.61%	K <sub>2</sub> O	2.25%
	NiO	0.30%	PbO	0.05%
	CuO	0.01%	CO <sup>2</sup>	0.20%
	TOTAL		98.96%	

ANALISIS DE RAYOS X Montmorillonita, Mica, α-cuarzo, caolinita, feidespato.

INFRARROJO Cuarzo, caolinita.

ANALISIS ATD α-cuarzo.

## ARCILLA PROCEDENTE DE TULANCINGO

HIDALGO 11

## PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	No plastica	
DILATACION	Contracción del 10.84%	
MOLDEABILIDAD	66.6% de arcilla 33.4% de agua	
COLOR AL QUEMADO	Café claro	
TAMANO DE PARTICULA	No se hizo	
GRADO DE EXPANSION	A 24 horas 7.27% A 48 horas 9.09%	
ANALISIS DE MICROSCOPIA	Mallas	Cristales
	325	Transparentes, verde claro, rojos, amarillos, anaranjados y cristales negros brillantes
	Cuarzo	Transparente
	Feldespatos	Verde claro
	Hierro	Rojos, anaranjados y amarillos
	Mica	Negros

## PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO	Gran cantidad de hierro
ANALISIS DE RAYOS X	Pequeña proporción de caolinita así como de cuarzo una alta proporción de cristobalita y albita.
INFRARROJO	$\text{SiO}_4^{4-}$ , $\text{Al}(\text{OH})^-$ , y gran cantidad de $\text{Fe}_2\text{O}_3$
ANALISIS ATD	Caolinita. Debido a la presencia de hierro nos anula las curvas de cambio de temperatura por lo que fue difícil hacer dicha determinación.

## ARLILLA PROCEDENTE CASUALTIFAN

## HIDALGO

## PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	No tiene una buena plasticidad	
DILATACION	8.3%	
MOLDEABILIDAD	Poca	
COLOR AL QUEMADO	Café rojizo	
TAMANO DE PARTICULA	No se hizo	
GRADO DE EXPANSION	A 24 horas 1% y a 48 horas 1.2% Tiene poco grado de expansion.	
ANALISIS DE MICROSCOPIA	Mallas 50	Cristales cafes, blancos, amarillos negros
	100	cafes, blancos, amarillos, negros y rojos
	325	cafes, blancos, amarillos, negros, rojos, verdes y anaranjados
	Coridion	Gris obscuro
	grafito	Negro
	Hematita y Dolomita	Rojo cereza
	Clorita	Verde negruzco
	Cuarzo	Incoloro

## PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO	Na <sup>+</sup>	6.25 ppm. de Na <sub>2</sub> O
	K <sup>+</sup>	168 ppm. de K
	Si <sup>+</sup>	41.6% de SiO
	ii <sup>+</sup>	No contiene
	Mat. Org.	0.02115% de F <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	Ca <sup>2+</sup>	2.128% de CaO
	Mg <sup>2+</sup>	Pequeñas cantidades, no fue posible cuantificar- las.
	Al	5.82% de Al.
ANALISIS DE RAYOS X INFRARROJO	Cuarzo	
	No se hizo	
ANALISIS AID	Cuarzo, Alúmina, óxido ferrico	

ARCILLA PROCEDENTE DE EL OYAMEL ESTADO DE  
MEXICO

PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	24%
DILATACION	11.9% - contracción a la cochura
MOLDEABILIDAD	Moldeable
COLOR AL QUEMADO	Late oscuro
TAMARO DE PARTICULA	No se hizo
GRADO DE EXPANSION	No se hizo
ANALISIS DE MICROSCOPIA	Mallas 325                      Cristales blancos, transparentes, rojos
	Cuarzo y caolin                      blancos
	Feldespatos                      transparente o rojo

PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO	$SiO_2$	47.7%	$SO_3$	3.2%
	$Fe_2O_3$	6.4%	$Al_2O_3$	26.4%
	$MnO_2$	0.22%	$Na_2O$	0.54%
	$K_2O$	0.51%	$P_2O_5$	0.03%
	$MgO$	2.95%	$CO_2$	1.4%

ANALISIS DE RAYOS X	Caolinita, moscovita, cristobalita y albita
INFRARROJO	Caolinita, nacrita, dickita, beidellita
ANALISIS ATD	No se hizo

## ANÁLISIS PROBABLES DEL ESTADO DE

## GRAFAL

## PROPIEDADES FÍSICAS

PLASTICIDAD	30%	
DILATACION	19.23%	
MOLDEABILIDAD	moldeable	
COLOR AL QUEMADO	Naranja	
TAMANO DE PARTICULA	No se hizo	
GRADO DE EXPANSION	1%	
ANALISIS DE MICROSCOFIA	Mallas	Cristales
	50	Gris, café, blanco-café, gris-café
	100	Café, amarillo, blanco, rojo, negro
	150	Rojo, naranja, blanco, negro, violeta, rosa, azul.
	200	Transparente, rojo, amarillo crema naranja, blanco, plateado, café metálico, café oscuro, amarillo oro, negro
	325	Gris, naranja, transparente, blanco, rosa, café, amarillo crema, verde
		Cuarzo
		Incoloros, aspecto lechoso
		Feldespatos
		Incoloros, casi blancos
		Micas
		Varian del verde obs. al negro
		Asbesto
		Gris verdoso
		Caolinita
		Blancos

## PROPIEDADES QUÍMICAS

ANALISIS QUÍMICO	$\text{SiO}_2$	60 %	$\text{Li}_2\text{O}$	0.14%
	$\text{Fe}^{2+}$	3.41%	$\text{Fe}^{3+}$	5.12%
ANALISIS DE RAYOS X	$\alpha$ -Cuarzo, $\text{CaCO}_3$ feldespato de calcio sodio y óxido de <sup>3</sup> hierro.			
INFRARROJO	No se hizo			
ANALISIS ATD	Caolinitas. mica. mica. montmorillonitas, cloritas.			

ARCILLA PROCELENTE DE TAMBOLIPAN ESTADO DE  
OAXACA

PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	10 g/1.25 ml. plastica.	
DILATACION	3%	
MOLDEABILIDAD	Moldeable	
COLOR AL QUEMADO	Cafe rojizo	
TAMANO DE PARTICULA	No se hizo	
GRADO DE EXPANSION	48%	
ANALISIS DE MICROSLUFIA	Mallas	Cristales
	100	rojos, amarillos, cafes, naranjas, blancos opacos, transparentes e incrustaciones de negro
	150	rojos claros, amarillos, azules, verde esmeralda, negro metalico
	200	rojo ladrillo, verde esmeralda, gris obscuro y amarillo
325	rojos, amarillos, negro	

PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO	$SiO_2$	54%	$Fe_2O_3$	1.7%
	$Al_2O_3$	27.64%	$Ca^{2+}$	2.8%
	MgO	2.9%	$CO_2$	0.42%
	$H_2O$	0.53%	Mat. Organica	1.34%

ANALISIS DE RAYOS X  
Si-Cuarzo en gran cantidad, montmorillonita en proporcion regular y teidespatos poco de mica, cristobalitas, y calcinitas y  $CaCO_3$

INFRARROJO  
 $SiO_2$ , Calcita,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Na_2O$ , MgO

ANALISIS ATD  
Caolin y posible cuarzo.

## ARCILLA PRECEDENTE ACILAN ESTADO DE

## FUEBLA I

## PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	10g/4ml = 2.5% porcentaje de agar	
DILATACION	2%	
MOLDEABILIDAD	2%	
COLOR AL QUEMADO	Cafe rojizo	
TAMANO DE PARTICULA	46%	
GRADO DE EXPANSION	2 hrs	1 %
	24 hrs	3%
	48 hrs	5%
ANALISIS DE MICROSCOPIA	Mallas	Cristales
	24	cafeado, morado y verdoso
	50	amarillo, verde, gris y rojizo
	6	gris rojizo, amarillo verdoso, verdes con puntas de color gris transparente
	250	verde olivino, rojos, transparentes medio rojizos y totalmente transparentes
	325	rojo, verde, amarillo, transparentes con puntos negros, rojo granate y cafe.
	Cuarzo	Incoloro
	Calcita	Amarillo rojizo
	Hematita	Rojo ladrillo
	Cristobalita	Verde olivo

## PROPIEDADES QUIMICAS

## ANALISIS QUIMICO

ANALISIS DE RAYOS X	Caolinita, cuarzo, montmorillonita, muscovita (mica), albita, anorfita, kankita, crostedtita.
INFRARROJO	Gran cantidad de caolinita, montmorillonita y mica
ANALISIS ATD	Mica

## ARCILLA PROCEDENTE DEL ACATLAN ESTADO DE

## PUEBLA II

## PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	Plástica	
DILATACION	No sufrió ninguna dilatación	
MOLDEABILIDAD	Moldeable	
COLOR AL QUEMADO	Café rojizo	
TAMANO DE PARTICULA	75%	
GRADO DE EXPANSION	0%	
ANALISIS DE MICROSCOPIA	Mallas	Cristales
	325	Blanco y negros
	Micas	Negros
	Caolinita	Blanco

## PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO	$\text{SiO}_2$	51%	CaO	2.4%
	$\text{Zn}^{2+}$	7.2%	$\text{Al}_2\text{O}_3$	25.7%
	$\text{Na}^+$	4%	$\text{K}^+$	1.92%
	$\text{Ti}^{2+}$	0.09%		

ANALISIS DE RAYOS X      Cuarzo, Silicato hidróxido de fierro, mica (lepidolita o moscovita), montmorillonita (silicato hidróxido de Na, Mg, Al) (caolinita), silicatos de Mn y Mg

INFRARROJO                      No se hizo

ANALISIS ATD                      Fierro-geles de óxidos de aluminio, y silice no cristalizados, mica, manganeso que se transforma de  $\beta\text{-Mn}_2\text{O}_4$  a la forma  $\alpha\text{-Mn}_5\text{O}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ , y cristobálita.

## ARCILLA PROCEDENTE DE COYUCH

## ESTADO DE PUEBLA

## PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	40% A ml x 100/10 g <sup>2</sup>																								
DILATACION	10.15% contraccion al quemado 5.12% contraccion al secado																								
MOLDEABILIDAD	10 ml. por cada 25 g.																								
COLOR AL QUEMADO	Cafe rojizo																								
TAMANO DE PARTICULA	84.74%																								
GRADO DE EXPANSION	2 hrs. 1.15% 24 hrs. 2.32% 48 hrs. 2.32%																								
ANALISIS DE MICROSCOPIA	<table> <tbody> <tr> <td>malas</td> <td>Cristales</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>biancos con bordes negros, amarillos, cafe claro, rojizos, morados casi negros, verdes transparentes</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>transparentes, amarillos con cafe, azul verdoso, anaranjados</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>transparentes, cafes, amarillos, anaranjados, rojos, morados casi negros</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>rojos, transparentes, naranjas, cafe claro, amarillos</td> </tr> <tr> <td>325</td> <td>transparentes, anaranjados, negros, amarillos, rojos, verdes.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Cuarzo</td> <td>Bianco</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Feldespatos</td> <td>Rojizo</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Micas</td> <td>Colores claros</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Rutilo</td> <td>Rojizo</td> </tr> </tbody> </table>	malas	Cristales	24	biancos con bordes negros, amarillos, cafe claro, rojizos, morados casi negros, verdes transparentes	50	transparentes, amarillos con cafe, azul verdoso, anaranjados	60	transparentes, cafes, amarillos, anaranjados, rojos, morados casi negros	250	rojos, transparentes, naranjas, cafe claro, amarillos	325	transparentes, anaranjados, negros, amarillos, rojos, verdes.		Cuarzo	Bianco		Feldespatos	Rojizo		Micas	Colores claros		Rutilo	Rojizo
malas	Cristales																								
24	biancos con bordes negros, amarillos, cafe claro, rojizos, morados casi negros, verdes transparentes																								
50	transparentes, amarillos con cafe, azul verdoso, anaranjados																								
60	transparentes, cafes, amarillos, anaranjados, rojos, morados casi negros																								
250	rojos, transparentes, naranjas, cafe claro, amarillos																								
325	transparentes, anaranjados, negros, amarillos, rojos, verdes.																								
	Cuarzo	Bianco																							
	Feldespatos	Rojizo																							
	Micas	Colores claros																							
	Rutilo	Rojizo																							

## PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO	Li	0.24%	Na <sub>2</sub> O	0.86%
	Si <sub>2</sub> O	75.5%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.5%
	Fe <sup>2+</sup>	5.8%	K <sub>2</sub> O	32.1%

ANALISIS DE RAYOS X Mica, montmorillonita, caolin, cuarzo y feldespatos.

INFRARROJO Montmorillonita y moscovita

ANALISIS HTD Hay un cambio de fase de cristobalita alfa a beta

ARCILLA PROCEDENTE CHULULA ESTADO DE  
PUEBLA

PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	15g/10 ml.	66.6%
DILATACION	6.6%	7%
MOLDEABILIDAD	Es moldeable para 25 g se utilizo 13 ml.	
COLOR AL QUEMADO	Anaranjado	
TAMANO DE PARTICULA	65%	
GRADO DE EXPANSION	No se hizo	
ANALISIS DE MICROSCOPIA	Mallas	Cristales
	24	oscuros
	50	ambar, transparente, rojos, lilas y verdes
	60	transparentes, anaranjados
	250	transparentes, verdes, rojos, ambar y lilas
	325	rojos, transparentes
		Cuarzo
	Fierro	Ambar, rojo
	Olivinos	Lilas y verdes

PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO	SiO <sub>2</sub>	40%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.9%
	Fe <sup>2+</sup>	34%	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.3%
	CaO	2.1%	Mg <sup>2+</sup>	5.4%
	TiO	0.4%	Na <sup>+</sup>	0.4%
	K <sup>+</sup>	0.15%		

ANALISIS DE RAYOS X      Cuarzo, montmorillonita, albita, caolinita, moscovita y anortita, cristobalita

INFRARROJO                Caolinita, dickita y beidellita

ANALISIS ATD              Cristobalita y poco cuarzo

CAOLIN PROCEDENTE DE LOS AZUFRES ESTIHO DE  
MICHOACAN

PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	No plástico
DILATACION	8.2%
MOLDEABILIDAD	No moldeable
COLOR AL QUEMADO	Blanco
TAMANO DE PARTICULA	34%
GRADO DE EXPANSION	12.5%
ANALISIS DE MICROSCOPIA	No se hizo

PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO	$Al_2O_3$ 39.16%	$SiO_2$ 58.05%
	El resto es $CaO$ , $Fe_2O_3$ , $As_2O_3$ , $MgO$	
ANALISIS DE RAYOS X	Caolinita.	
INFRARROJO	Luzero.	
ANALISIS ATD	Mullita	

CAOLIN PROCEDENTE DEL ESTADO DE  
QUERETARO

PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	No plástico	
DILATACION	8.3%	
MOLDEABILIDAD	No moldeable	
COLOR AL QUEMADO	Blanco	
TAMANO DE PARTICULA	70.1%	
GRADO DE EXPANSION	3.3%	
ANALISIS DE MICROSCOPIA	Mallas 325	Cristales Transparentes y blancos
	Luzo Caolin	Transparentes Blancos

PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO	$Al_2O_3$	36%	Gran cantidad de
	$SiO_2$		y fierro en su diferentes estados de oxidación.
ANALISIS DE RAYOS X	Caolinita y muy pocas cantidades de fierro		
INFRARROJO	Caolinita		
ANALISIS ATD	Caolinita, nacrita, dickita.		

CAOLIN PROCEDENTE DE HUAYACOCOTAL ESTADO DE  
VERACRUZ

PROPIEDADES FISICAS

PLASTICIDAD	Plastico	
DILATACION	5%	
MOLDEABILIDAD	Para 10 g se utilizó 7.5 ml.	
COLOR AL QUEMADO	Blanco	
TAMANO DE PARTICULA	84%	
GRADO DE EXPANSION	Casi no hubo variación	
ANALISIS DE MICROSCOPIA	Hallas	Cristales
	sin	violeta obscuro y
	tamizar	transparente
	250	Violeta obscuro y transparente
	325	Rojo claro y transparente

PROPIEDADES QUIMICAS

ANALISIS QUIMICO

ANALISIS DE RAYOS X	Caolinita, cristobalita \ cuarzo
INFRARROJO	Caolinita
ANALISIS ATD	Caolinita y caolin

LOCALIZACION GEOGRAFICA  
DE MUESTRAS ESTUDIADAS.

REPUBLICA MEXICANA

I. CANEPA, I.	X. OAXACA.
II. CANEPA, II.	XI. TAMAULIAPAN
III. COATEPEC, DF.	XII. ACATLAN, PUE. I.
IV. CUANIMALAN, DF.	XIII. ACATLAN, PUE. II.
V. GUANAJUATO.	XIV. COATEPEC, PUE.
VI. TLAMANGINGO, HGO.	XV. CHICLULA, PUE.
VII. TLAMANGINGO, HGO.	XVI. ACUTZCO, MICH.
VIII. SACUMILITAN, HGO.	XVII. QUETZALARO.
IX. OUMBEL, MEX.	XVIII. HUANUCO, YUC.



LOCALIZACION GEOGRAFICA  
DE HESTIAS ESTUDIADAS.

REPUBLICA MEXICANA

I. CHAPAS, I.	X. CAJAL.
II. CHAPAS, II.	XI. TAMAYULAPAN.
III. CONTRERAS, DE.	XII. ACATLAN, PUE. I.
IV. CHALMULPA, DE.	XIII. ACATLAN, PUE. II.
V. GUADALUPE.	XIV. COATEPEC, PUE.
VI. TLAXIQUILCO, PUE.	XV. CHOLULA, PUE.
VII. TLAXIQUILCO, PUE.	XVI. ACETRES, MICH.
XVII. ZAQUILCAN, PUE.	XVIII. QUETZALCO.
XIX. CHAMELA, MEX.	XIX. HUANUCATLAN, PUE.



# ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

56.

A continuación, se presentan cuadros estadísticos del uso doméstico y las comparaciones con otros países de las diferentes arcillas, estas son:

1.- Cuadro de arcillas nacionales.- Con el propósito de tener una mejor inducción a las arcillas estudiadas, se ha elaborado en forma esquemática, un resumen de los resultados de las propiedades físico-químicas de estas. Estructurado en forma de columnas.

2.- Cuadro de arcillas extranjeras.- Este, proporciona una pequeña selección de análisis de diversos tipos de arcillas, incluyéndose algunos detalles además de los análisis. Tales como su origen, su composición química, así como sus diversos usos. Siempre que ha sido posible los datos se han obtenido de las firmas que extraen y/o suministran las arcillas. Algunas de estas firmas proporcionan considerablemente más detalles en lo que respecta a distribución de tamaños de granos y a la contracción por secado y cochura.

3.- Cuadro comparativo.- Este cuadro es el resumen de los cuadros 1 y 2, en el que se hace la comparación de las arcillas nacionales y aquellas extranjeras que presentan ciertas analogías debido a su constitución química; señalando los usos comunes que se les dan.

4.- Cuadro de arcillas restantes.- Se refiere a aquellas arcillas de las cuales no se encontró comparación algunas con las anteriores.

Posteriormente se presentan dos diagramas de flujo computarizados, de los procesos de fabricación y de usos diversos que tienen las arcillas. Tales como: loza, loza sanitaria, domésticos, etcétera.





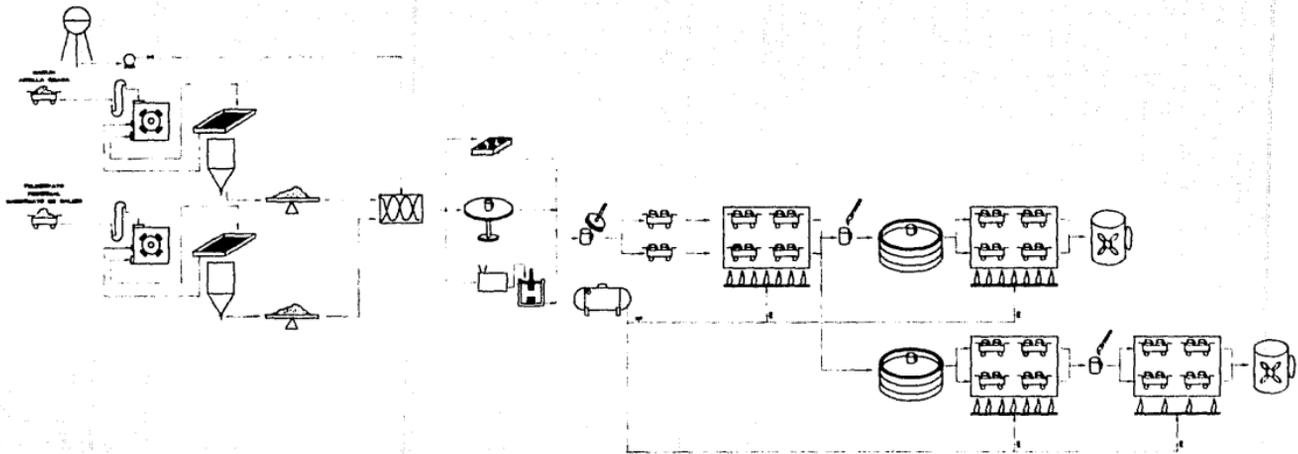
## CUADRO COMPARATIVO 3

ARCILLA NACIONAL	ARCILLA EXTRANJERA	U S O S
CHIAPAS I	DEVON SC TIERRA PORCELANA GRAN BRETAGA  DEVON S BWS ARCILLA GRASA GRAN BRETAGA	PORCELANA DE HUESOS, PORCELANA LOZA, BALDOSAS PARA PAREDES LOZA, LOZA SANITARIA, PIEZAS VITRIFICADAS, BALDOSAS, AISLADORES
CHIAPAS II	BRIESEN ARCILLA DE ALEMANIA	GRES
CONTRERAS, D.F.	WESTERWALD ARCILLA SEMIGRASA ALEMANIA	PISOS FINOS, MATERIAL SANITARIO, BALDOSAS PARA PISOS GRES FINO BALDOSAS PARA PISOS
TULANCINGO HGO. I	WESTERWALD ARCILLA LIG. SEMIGRASA ALEMANIA	PORCELANA DE HUESOS, PORCELANA LOZA, BALDOSAS PARA PAREDES LOZA
DIAMEL, MEX.	DEVON SC TIERRA PORCELANA GRAN BRETAGA	PISOS FINOS, MATERIAL DE HORNOS, SANITARIO, ELECTRICO Y BALDOSAS
OAXACA	MEISSEN ARCILLA GRASA ALEMANIA LAMMERSBACH ARCILLA GRASA LIGERA ALEMANIA	ESMALTADOS, AGLOMERANTES, ABRASIVOS, REFRACTARIOS.
TAMAZULAPAN, OAX.	MANGANESO, ARCILLA DE ALEMANIA	COLORADO DE LADRILLOS
ACATLAN, PUE. II	DORCET ARCILLA GRASA AZUL GRAN BRETAGA	LOZA, BALDOSAS DE POLVO FRENSADO NO BLANCAS, AGLOMERANTE Y REFRACTARIOS
COYUCA, PUE.	DEVON DEL S. I. W. V. U. GRASA GRAN BRETAGA	BALDOSAS BLANCAS, PAREDES, LOZA SANITARIA, ABRASIVOS.
CAOLINES	WESTERWALD ARCILLA COLADA ALEMANIA	OBJETOS DE ARTE
AZUFRES, MICH.	DEVON DEL S. O. B. F. GRASA GRAN BRETAGA  GOLDHAUSEN ARCILLA BLANCA ALEMANIA	BALDOSAS DE SUELO, GRES, MAT. SANITARIO, LOZA DE CALIDAD INF. PORCELANA LOZA, PISOS FINOS, MATERIAL SANITARIO, AISLADORES ELECTRICOS.
QUERETARO	WESTERWALD ARCILLA GRASA ALEMANIA	AGLOMERANTE EN INDUSTRIA CERAMICA FINA

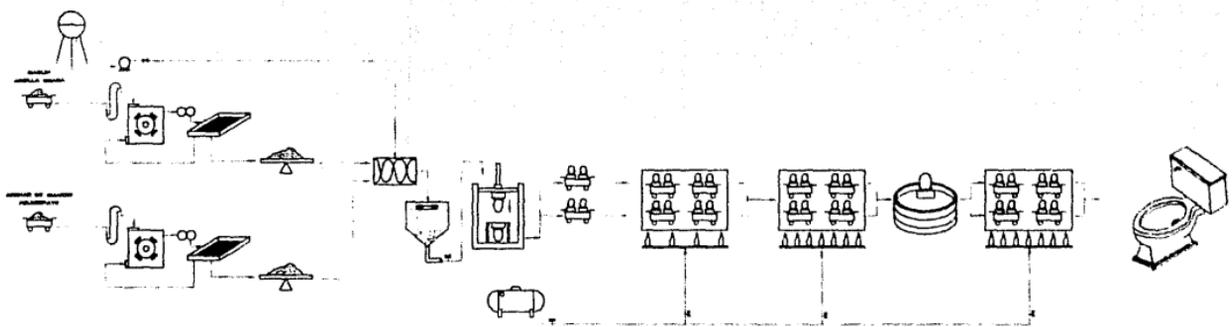
## CUADRO 4.

AL NO ENCONTRAR COMPARACIONES DE LAS SIETE ARCILLAS RESTANTES Y CONSIDERANDO SUS DEMAS PROPIEDADES SE PROPONE QUE PUEDEN SER UTILES EN:

ARCILLAS	U S O S
COAJIMALPA, D.F.	PRODUCTOS PRENSADOS Y MOLDEABLES TALES COMO LADRILLOS, TEJAS, CAZUELAS
GUANAJUATO	ADORNOS, VAJILLAS Y LAMPARAS
TULANCINGO, HGO. II	LADRILLOS, DEBIDO A LA PRESENCIA DE FIERRO, NO SIRVE PARA LA ELABORACION DE PIEZAS CERAMICAS
ZACUALTIFAN, HGO.	PRESENTA PROBLEMAS AL MANEJARLA, PARA PODERLA UTILIZAR ES RECOMENDABLE COMBINARLA CON OTRAS ARCILLAS DE MEJORES PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS.
ACATLAN, PUE. I	LOZA, LOZA SANITARIA.
CHOLULA, PUE.	OBJETOS DE ARTE, VASIJAS.
C A O L I N	
HUAYALCUTAL, VER.	PIEZAS CERAMICAS Y PORCELANA.



FAC. DE QUÍMICA	JOAQUÍN TORRES E
UNAM	DIAGRAMA DE FLUJO
	LC7A
	Tema: Información   Julio 2016/México



FAC. DE QUÍMICA	JOAQUÍN TORRES E
U N A M	DIAGRAMA DE FLUJO Módulo 1 - Sanitario
	Prof. Roberto Julio Ordoñez

## CAPITULO V

### DISCUSION

## V. DISCUSION

Las arcillas que integran el cuadro 1, cuentan con diferente grado de plasticidad a excepcion de dos que son la 7 y la 8, por lo tanto puede decirse en general que la mayoría son moldeables. En lo referente a la propiedad de dilatación las arcillas que presentan un valor alto son seis y representan el 40%, cinco de ellas presentan un valor medio que corresponden al 33% y finalmente cuatro arcillas se puede decir que no presentan dilatación y representan el 27%.

En lo concerniente al color al quemado, se pueden agrupar con sigues seis con un color anaranjado y representan el 40%, cinco dan color café rojizo y representan el 33%, finalmente solamente una arcilla se tiene en cada uno de los siguientes tonos: rojo oscuro, rojo claro, café claro y café oscuro representando cada una de ellas el 27%.

Por lo que respecta al tamaño de partícula, solamente se cuenta con información de nueve arcillas que representan el 60%. Algunas arcillas tienden a expandirse por el efecto de agentes externos por ejemplo: el agua y otros fluidos. De las arcillas estudiadas se observó que once se expanden correspondiendo al 75% y el resto o no presenta esta propiedad o no se cuenta con esta información.

El análisis por microscopía, permite distinguir la composición de las diferentes arcillas desde el punto de vista cristalográfico observándose que predomina el cuarzo, el feldespato y la mica, así como también proporciones variables de óxido férrico mismo que es el causante de las diferentes tonalidades de las arcillas.

Además, se presenta la composición química de los diferentes elementos presentes en las arcillas en su forma de óxidos simples, lo que permite establecer que la sílice y la alumina son los principales componentes de las arcillas.

Por otra parte, lo anterior es confirmado con los estudios de rayos X, infrarrojo y análisis térmico diferencial de las diferentes arcillas.

Por lo que respecta a los caolines estudiados, estos no presentan plasticidad y su dilatación puede considerarse dentro de niveles medios; todos son de color blanco lo cual es debido a la ausencia de óxidos coloridos; sus valores de tamaño de partícula con oscilaciones semejantes a los de las arcillas y con pobre y regular grado de expansión. Desde el punto de vista de microscopía puede decirse que el cuarzo es el principal componente y el análisis químico corresponde en general con lo expresado en los análisis de rayos X, infrarrojo y análisis térmico diferencial.

Con lo anterior expresado, puede decirse que los caolines debido a la característica de su color y composición química justifican su empleo en la fabricación de loza, porcelana y en la elaboración de materiales resistentes a altas temperaturas, hasta llegar a la producción de moldes.

Dentro de las observaciones de este cuadro, se dice que la arcilla que corresponde a Chiapas I y Chiapas II se trata de una arcilla joven, en etapa de formación. Respecto a las arcillas de Contreras, D.F. y Tulancingo, Hgo., estas presentan un gran parecido en su constitución química, por lo que pueden ser empleadas para la fabricación de pisos finos y material sanitario.

Para la arcilla de Cuatimalpa, D.F. la cual, presenta una alta plasticidad, se considera que puede ser útil para hacer diversos adornos, lo mismo para la arcilla procedente de Guanajuato.

Las arcillas de Tulancingo II, Lacualtipán, Hgo. carecen de plasticidad y por tanto de moldeabilidad. Estas presentan problemas al manejarlas; para poderlas utilizar se tendría que combinar con otra arcilla que tenga mejores propiedades

fibro-cerámicas.

Debido a la gran calidad de la arcilla del Oyamel estado de México y Oaxaca se pueden fabricar piezas cerámicas muy bellas y sobre todo muy resistentes.

Por lo que corresponde a las arcillas de: Tamazulapan, Oax., Acatlán, Pue. I y II y Coyuca Pue., presentan el mismo color al quemado dando como resultado un color café rojizo. también son plásticas y moldeables, por lo que pueden coincidir en sus usos: es importante hacer mención, que estas arcillas se encuentran cerca del lugar de origen.

La última de las arcillas, se trata de Choluis, Pue., es una arcilla bastante moldeable y plástica, se podría utilizar, para hacer productos prensados y moldeables, tales como ladrillos, tejas, azulejos, etcétera.

Para los caolines, se ha mencionado que son más puros que las arcillas. Se recomienda, que el caolin de los azufres, Mich., se mezcle con otra arcilla que presente plasticidad, para facilitar el manejo de este.

Los rayos X, mostraron que el caolin de Guahetaro, contiene poco fierro y únicamente presenta caolinita y alúmina, a la vez proporciona un grado farmacéutico aceptable, excepto por el pH, el cual se puede regular para su uso.

El cuadro II trata la selección de diferentes arcillas que pueden considerarse como modelos para diferentes usos.

Mediante la comparación de los cuadros I y II se elabora el cuadro III que permite tipificar las arcillas en estudio de los que se desprende: Del total de las arcillas, nueve fueron tipificadas con arcillas extranjeras, lo que permite en cada caso distinguir el uso factible para cada una de ellas. El análisis de estos usos, permite proponer los diagramas de flujo 1 y 2 en donde el primer caso consiste de la metodología necesaria para la

fabricación de loza sanitaria. Lo anterior corresponde como ejemplo a la arcilla de Dornrenas, B.P. y Westerwald arcilla semi-grasa esmera y Devon del S. Gran Bretaña empleadas en la fabricación de pisos finos, material sanitario y baldosas para pisos.

Un segundo ejemplo lo presenta la arcilla de Acatlan, Pue. II y su semejanza con la Dorset arcilla grasa azul y Devon del S. I. W. V. C. las dos de Gran Bretaña empleadas en la fabricación de loza, baldosas blancas para paredes, aglomerantes, abrasivos y refractarios.

Continuando con este modelo se puede hacer la propuesta de los diferentes diagramas de flujo para arcillas y caolines restantes.

En los casos de las arcillas y caolines no tipificados, considerando sus propiedades, se propone el empleo expresado anteriormente en el cuadro IV.

Hecha la propuesta de los diagramas de flujo, se procede a dar una breve explicación de los mismos:

Una vez seleccionada la arcilla esta es enviada a un molino de martillos por varios medios entre los que destacan los transportadores de cangilones. Muchas materias primas requieren la reducción del tamaño de sus trozos, agregados, granos, partículas, etc., antes de que éstos puedan utilizarse en la fabricación cerámica. Los diferentes procesos de trituración y molienda persiguen esta finalidad por medios mecánicos y no químicos.

El "golpe" que es un principio básico del proceso mecánico de reducción, se obtiene por choque del material contra un martillo móvil o bola en caída, o bien lanzándolo contra una plancha de aplastamiento.

Los elementos de choque pueden ser mazos fijos, o bien martillos libres o pivotados de diversas formas. La alimentación puede entrar por debajo de los martillos descendentes caer sobre

los ascendentes, o caer en tal forma que los martillos descendentes la alcanzaran en su caída. En todos los casos el material que entra es golpeado por los martillos y lanzado contra la pared. En uno cualquiera de estos impactos los trozos se descomponen por lo general en una multitud de pequeños fragmentos estos reciben ulteriores golpes de los martillos antes de tener los fragmentos de tamaño excesivo para que estos sean recirculados y nuevamente alimentados.

Triturada al máximo la materia prima, se hace pasar por un tamiz, para así tener un tamaño de partícula predeterminado. En el caso del diagrama número 2 se recomienda la instalación de un colector de polvos. Posteriormente las arcillas se pesan y son transportadas a un mezclador en el que se agregan otros componentes tales como: feldespato, arenas de cuarzo, pedernal, carbonato de calcio, etc., se agrega agua por medio de bombeo hasta el mezclador para obtener una masa homogénea y con buena plasticidad.

Teniendo lista la pasta se procede a elaborar el artículo desecado, este puede ser formado indirectamente, es decir, manualmente, por medio del proceso conocido como "rueda del alfarero" o directamente en moldes o prensado. Posteriormente se somete el artículo a otras operaciones tales como pulido, precalentamiento, en el caso del diagrama 2 un secador por asperción, decorado, vidriado y posterior calentamiento. A partir de estos procesos se define la calidad del producto terminado.

Para el pulido los defectos como las soldaduras de cotada y otros efectos superficiales que aparecen después del torneado, moldes, prensado y ensamblado, etc., se eliminan mediante frotamiento con esponja.

Pueden emplearse varios métodos para producir directamente el dibujo final sobre la pieza: pintado a mano, dibujado a lápiz, pintado a pistola; marcado de bandas y de líneas, aplicación de tondo. Otro método es por medio de calcomanías con sus diferentes estampados.

En los casos en que se utiliza un vidriado decorativo para cubrir la totalidad de la pieza, el procedimiento es idéntico al vidriado ordinario con la excepción de que en general se necesita una aplicación más gruesa.

La acción del calor sobre la materia prima es otro punto importante que se debe tomar en cuenta. Las características del producto terminado como son tamaño, textura, dureza, color, etc., dependen del comportamiento de las propiedades físicas del producto frente al calor. Un inadecuado control podría provocar fisuras, tamaño inadecuado, color desagradable, etcétera.

El empleo de gas es la forma más extendida de calentamiento. En la elección de los quemadores es conveniente seleccionar aquellos que se hayan proyectados deliberadamente para su uso.

Existen varios métodos posibles de recuperación de calor y economía de combustible aplicables a hornos de túnel alimentados por gas. Entre otras ventajas se considera su facilidad de control y limpieza.

El método normal de transporte de materiales en los tipos más largos de hornos de túnel, en particular de los rectos, es sobre vagonetas o carretillas que se desplazan sobre rieles. Estas se componen de bastidores metálicos montados sobre ruedas.

A través de estos procesos se obtienen diferentes productos, los cuales van desde la porcelana fina y decorativa, hasta aquellos que se utilizan en forma doméstica: platos, tazas, jarritos, material sanitario, etcétera.

En los diagramas 1 y 2 se ha presentado el proceso para la fabricación de los utensilios, tanto decorativos como domésticos; se puede observar que la diferencia que existe entre unos y otros es el vidriado lo que ofrece una diferencia en calidad y presentación.

Es de todos conocido que, existe una especie de arte o artesanía que diferencia a los países en general; así tenemos la loza inglesa y alemana que son muy diferentes de la china y japonesa en esta forma. México tiene también su personalidad en la manufactura y el aprovechamiento de las arcillas que van desde las simples cazuelas hasta el arte simple y exquisito de los que se podría llamar artesanía; vale hacer notar los artefactos que se producen en Puebla, Guadalajara, Oaxaca, Michoacán, etc., mencionados en el capítulo II.

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES**

## VI CONCLUSIONES

Con las arcillas nacionales estudiadas, se pueden obtener productos de muy buena calidad, como es el caso de las arcillas de Contreras, D. F. y de Acatlán, Pue. Donde se recomienda la instalación de una planta, para la fabricación de artículos finos, tales como loza, baldosas para pisos recubrimientos, loza sanitaria, entre otros, incrementando así la explotación de los recursos naturales propios de esas regiones y proporcionando fuentes de trabajo para los habitantes de esas comunidades. Las diferencias de calidad y estilo de los productos, provocaría una competencia favorable.

Esto, aunado a la creatividad del mexicano, incrementaría la calidad del producto, lo que traería como consecuencia la apertura de las puertas al mercado internacional.

## **CAPITULO VII**

### **BIBLIOGRAFIA**

## VI.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Costales, Federico y Olson Delmar.- Cerámica para escuelas y pequeñas industrias. Compañía Editorial Continental, S. A. México, 1980.
- 2.- Covarrubias, Miguel.- Arte Indígena de México y Centro América. UNAM. Dirección General de Publicaciones. México. 1961.
- 3.- Dana, S. Edward, Ford E. William.- Tratado de Mineralogía. Compañía Editorial Continental, S. A. México, 1982
- 4.- Emmons, H. William.- Principios y Procesos de Geología. 5a. Edición Mc-Graw-Hill. España, 1965.
- 5.- Mackenzie, RC.- Differential Thermal Analysis.- Londres Press (1972) Vol. 1 y 2
- 6.- Martínez, Martín Carlos.- Arte Popular Mexicano.- La alfarería. Ed. Herrero, S. A., 1a. ed. en español.
- 7.- Meljueiro, Morosini Mercedes.- Prácticas de Laboratorio.- Química de los Materiales Cerámicos. Facultad de Química. UNAM.
- 8.- Nelson Gleen, C.- Cerámica Manual para el alfarero.- Compañía Editorial Continental, S. A. México, 1982
- 9.- Norton F. H.- Cerámica para el Artista Alfarero. Compañía Editorial Continental, S. A. México, 1981
- 10.- Obregón Pérez, A.- Métodos de Análisis Químicos de Rocas y Materiales Similares, 2a. ed. México. UNAM. 1977.
- 11.- Singer y Singer.- Cerámica Industrial en Enciclopedia de la Química Industrial. Tomo 4-11 Vol. 1-111. Elibed, GmB. 1975

- 12.- Toscano, Salvador.- Arte Precolombino de México y de la América Central. Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM México, 1984. 4a. ed.
- 13.- Willard, Merritt Dean.- Métodos Instrumentales de Análisis. Compañía Editorial Continental. S. A. México, 1981.