

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
ESCUELA DE ARTES**



TITULO:

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

**TRABAJO DE GRADO
PRESENTADO POR:**

**Calero Santos, María de Lourdes
Kabistán Hernández, Mauricio José**

**CS 99005
KH 98001**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
Licenciatura en Artes Plásticas Opción Cerámica.**

**DOCENTE DIRECTOR
Lic. Alvaro Cuestas Cruz.**

San Salvador, Septiembre de 2007.

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, EL SALVADOR.

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

Ingeniero Rufino Antonio Quezada Sánchez.

VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO

Maestro Oscar Noé Navarrete Romero.

VICE-RECTOR ACADÉMICO

Arquitecto Miguel Angel Pérez Ramos.

SECRETARIO

Licenciado Douglas Vladimir Alfaro Chávez.

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

DECANO

Licenciado José Raymundo Calderón Morán.

VICE-DECANO

Doctor Carlos Roberto Paz Manzano.

SECRETARIA

Licenciada Oralia Esther Román de Rivas.

AUTORIDADES DE LA ESCUELA DE ARTES

DIRECTOR

Licenciado Ricardo Alfredo Sorto Álvarez.

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

Licenciado Carlos Alberto Quijada.

DOCENTE DIRECTOR

Licenciado Alvaro Cuestas Cruz.

“A nadie le faltan fuerzas, lo que a muchísimos les falta es voluntad”

Victor Hugo.

AGRADECIMIENTOS

“A mi Señor por permitirme culminar este estudio y vivir el presente que es el único tiempo que realmente existe; a mi mamá y hermanos por su incondicional apoyo en todos los aspectos; al docente director por abonar mis conocimientos y llevar a cabo esta investigación bajo su dirección; a los voluntarios japoneses por aportar su asistencia en mi proceso como ceramista y de gran inspiración para nuevas visiones de desarrollo; a JICA, ACOGIPRI y CENAR por su contribución significativa en el desarrollo del taller de cerámica de la escuela de artes desde el inicio de la especialidad de cerámica y a todos aquellos amigos que directa o indirectamente me apoyaron en algún momento”.

Lourdes Calero.

“Al final de este largo camino e inicio de una nueva etapa quisiera dar las gracias a:
Mi Madre por su apoyo desde un inicio, a la hora de escoger esta carrera, aún sabiendo de antemano las dificultades de desarrollo de la misma en el país.

A mis amigos que me han apoyado y servido de inspiración para seguir adelante... aún en los momentos difíciles...

Alvaro Cuestas, Kayoko Ishiyama y Kazuhiko Akiyoshi, mis profesores de cerámica, por ser el aliciente que me permitió abrir los ojos y tener una nueva perspectiva del trabajo cerámico...a JICA, ACOGIPRI y CENAR por apoyo técnico y material en el desarrollo de la especialidad.....

A todas aquellas personas que nunca fueron mis amigos y compañeros, pero que con sus actos me han inspirado a superar la mediocridad y dilucidar un nuevo panorama de desarrollo personal y profesional...

Y por último a Dios, el más importante en todo esto, que en su locura y gran sabiduría me permitió cruzarme en el camino de muchas personas, y planear las cosas de forma tal que me ha permitido escribir las palabras que ustedes están leyendo...”

Mauricio Kabistán.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁG.
- INTRODUCCIÓN.....	i
- JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPITULO I	
MARCO TEÓRICO.....	9
1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	
1.1.1. Orígenes de las Pastas de Gres en Asia.....	10
1.1.2. Orígenes de las Pastas de Gres en Europa	15
1.2. FUNDAMENTOS TEÓRICO-TÉCNICOS	
1.2.1. Generalidades de las Arcillas	
1.2.1.1. Definición.....	18
1.2.1.2. Origen de las Arcillas.....	20
1.2.1.3. Tipos de Arcillas.....	21
1.2.1.4. Clasificación de las Arcillas.....	22
1.2.1.5. Otros Materiales Cerámicos.....	25
1.2.1.6. Propiedades Físicas de las Arcillas.....	28
1.2.2. Pastas Cerámicas	
1.2.2.1. Definición.....	32
1.2.2.2. Clasificación de las Pastas Cerámicas.....	33
1.2.2.3. Pastas de Gres	
1.2.2.3.1. Definición.....	34
1.2.2.3.2. Tipos de Gres.....	34

CONTENIDO	PÁG.
1.2.2.4. <i>Método de Formulación de Pastas</i>	
1.2.2.4.1. <i>Método Triaxial</i>	36
1.2.2.5. <i>Cuerpos Cerámicos</i>	37
1.3. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	
1.3.1. Materias Primas para Cerámica Fina en El Salvador.....	40
1.3.2. Estudio Preliminar sobre Arcillas Locales y Materiales Industriales.....	42
1.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	46
 CAPITULO II	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	51
2.1. NIVEL DE ESTUDIO	
2.1.1. Técnico.....	52
2.1.2. Artístico.....	53
2.2. DISEÑO DEL ESTUDIO	
2.2.1. Población y Muestra	
2.2.1.1. <i>Pastas de Gres</i>	54
2.2.1.2. <i>Vidriados</i>	59
2.2.2. Procedimientos para la Obtención de Datos	
2.2.2.1. <i>Laboratorio</i>	62
2.2.2.2. <i>Procesamiento y Análisis de los Resultados</i>	64
2.2.3. Instrumentos.....	65

CONTENIDO	PÁG.
2.3. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS	
2.3.1. Presentación de los Datos.....	66
2.3.2. Técnicas Estadísticas de Análisis.....	68
CAPITULO III	
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	77
3.1. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	78
3.1.1. Pastas de Gres.....	80
3.1.1.1. <i>Pastas de Gres para Torno</i>	80
3.1.1.2. <i>Pastas de Gres para Modelado</i>	91
3.1.1.3. <i>Pastas de Gres para Vaciado</i>	95
3.1.2. Vidriados.....	100
3.2. APLICACIÓN DEL ESTUDIO.....	116
3.2.1. Producto Utilitario.....	116
3.2.2. Producto Artístico.....	120
4. COROLARIO	
○ CONCLUSIONES	129
○ RECOMENDACIONES	131
○ SUGERENCIAS	133
5. BIBLIOGRAFÍA.....	135

6. ANEXOS

○ <i>Anexo No. 1:</i> Problema de Investigación.....	141
○ <i>Anexo No. 2:</i> Estudio Preliminar (Generalidades).....	146
○ <i>Anexo No. 3:</i> Pastas Grupo No. 1y 2.....	150
○ <i>Anexo No. 4:</i> Pretest de Método Triaxial de Pastas.....	151
○ <i>Anexo No. 5:</i> Pretest de Vidriados.....	153
○ <i>Anexo No. 6:</i> Ensayo de Agua de Plasticidad.....	154
○ <i>Anexo No. 7:</i> Ensayo de Encogimiento Lineal.....	156
○ <i>Anexo No. 8:</i> Ensayo de Absorción.....	158
○ <i>Anexo No. 9:</i> Formulación y Aplicación de Vidriados.....	160
○ <i>Anexo No. 10:</i> Control de Ensayos Físico Térmicos.....	161
○ <i>Anexo No. 11:</i> Elaboración de Cuerpos de Torno.....	166
○ <i>Anexo No. 12:</i> Elaboración de Cuerpos Modelados.....	172
○ <i>Anexo No. 13:</i> Elaboración de Cuerpos Vaciados.....	174
○ <i>Anexo No. 14:</i> Vidriados Grupo No. 2.....	181
○ <i>Anexo No. 15:</i> Vidriados Grupo No. 10.....	182
○ <i>Anexo No. 16:</i> Vidriados Grupo No. 13.....	183
○ <i>Anexo No. 17:</i> Vidriados Grupo No. 16.....	184
○ <i>Anexo No. 18:</i> Listado de Figuras y Cuadros.....	185

INTRODUCCIÓN

El presente documento ha sido estructurado de forma tal que puedan comprenderse las categorías e información científica necesaria para entender los procesos que conllevan a la elaboración de cuerpos de gres para mediana temperatura; el objetivo de este estudio es solventar el vacío de información teórica técnica de lo antes mencionado, enfocado en una investigación experimental utilizando arcillas locales y el agregado de materiales industriales con el objeto de mejorar las cualidades de uso del producto cerámico, el propósito es presentar una guía que contenga la información y metodología necesaria que compruebe la factibilidad de elaboración de cerámica fina con materia prima local, mediante procesos físico térmicos que se adapten a las necesidades de elaboración técnica con los procedimientos de torno, modelado y vaciado; aplicando los resultados en la realización de propuestas de obra cerámica de tipo artística y utilitaria con el fin de mostrar la posibilidad de uso de esta investigación; beneficiando tanto a estudiantes de cerámica de la Escuela de Artes, así como, aquellos ceramistas independientes interesados en el tema, personas que al final está dirigida esta investigación.

Por tal motivo la metodología científica seleccionada supone la posibilidad de que cualquier persona con el conocimiento empírico necesario en cerámica pueda repetir

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

los procesos y resultados que se abordan en este documento, no obstante será necesario un asesoramiento previo que ayude a comprender los datos de este estudio sobre todo en la población de artesanos para hacer entendible el lenguaje técnico aplicado a lo largo de este documento, el cual a sido estructurado de la forma siguiente: Primeramente se abordan los antecedentes históricos y teórico- técnicos del objeto de estudio, además de la terminología técnica, básica para la comprensión de la investigación; luego la metodología de investigación y los procesos para la obtención de datos, y finalmente se dispone el análisis de los resultados, así como la aplicación en la elaboración de obra.

Finalmente, se enfatiza que las razones de la investigación no son la solución total a la problemática del estudio, sino que son la pauta para que surjan diversas derivaciones del mismo, otras posibilidades para la elaboración de pastas de gres con otras materias primas locales, en esta investigación se estudió una ínfima parte de todo un universo de posibilidades que suponen la formulación de las mismas, sin dejar de lado que cada técnica cerámica posee toda una gama de posibilidades de investigación, por lo tanto, esperamos como equipo investigador, que este documento sea de ayuda al lector como una guía para la elaboración de cuerpos de gres y que sirva además para comprender que en el país existen materiales arcillosos equiparables en calidad a los que se encuentran fuera del mismo, y que solo suponen un esfuerzo en la voluntad de realizar estudios científicos que permitan una apropiada explotación de los yacimientos arcillosos que se conocen y los que están por descubrirse.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

JUSTIFICACIÓN

En nuestro medio el desarrollo de la cerámica ha dependido siempre del estudio empírico de artesanos o ceramistas en base a ensayo y error, en la manufactura de cuerpos cerámicos con fines particulares de uso; esta especificidad se planea en el momento en que se visualiza el objeto a realizar incidiendo la técnica de elaboración y el rango de cocción; pero para la formulación de pastas cerámicas para mediana temperatura, es necesario conocer al mismo tiempo las particularidades físicas de las materias primas como tal y la interacción entre las mismas. Estos conocimientos empíricos han permitido la evolución del producto cerámico hasta sus distintas variedades conocidas actualmente. El Salvador posee yacimientos arcillosos extensos que son explotados para la elaboración de cerámica tradicional de tipo artesanal, no obstante este conocimiento todavía sigue supeditado a la elaboración de cuerpos de baja temperatura, negando un mejor aprovechamiento de las cualidades físicas de estos materiales para la elaboración de producto más fino y de mejor calidad, esta falta de aprovechamiento se debe a la falta de información bibliográfica específica de las características de uso de los materiales arcillosos e industriales cerámicos existentes en el país; por otra parte, la falta de conocimiento de los métodos apropiados para la obtención de datos de estas propiedades, no permiten controlar y poder repetir los conocimientos antes recabados; por esta razón, el origen de este tema, se enmarca en la escasez de información teórica orientada a la conformación de cerámica fina de mediana temperatura; por tal motivo, el aporte de esta investigación esta planteado en contribuir con una guía de apoyo teórico técnico de los procesos que conllevan la formulación de pastas de gres con arcillas locales y materiales industriales, permitiendo la elaboración de producto utilitario y artístico, adecuándose a las tres técnicas principales de manufactura cerámica: *torno, modelado y vaciado en moldes*.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

El beneficio esperado es el desarrollo metodológico de los procesos de conformación de cuerpos de gres para mediana temperatura, en la población universitaria de la Escuela de Artes específicamente en el área de cerámica, no obstante, se ha elaborado este documento para que personas interesadas en el tema puedan consultar y beneficiarse de la información obtenida durante este estudio.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CAPÍTULO I:

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se realiza una articulación teórica del objeto de estudio y comprende la síntesis descriptiva de diverso material bibliográfico sobre el tema de estudio; además, para el dominio teórico-técnico de los conceptos de investigación se ha construido un listado de términos básicos, utilizados como referentes para la comprensión del lenguaje aplicado en el desarrollo de la investigación.

1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

1.1.1. ORÍGENES DE LAS PASTAS DE GRES EN ASIA

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

La manufactura de cerámica para la vida cotidiana del hombre se remonta aproximadamente 50,000 años atrás; en un inicio la materia prima de uso generalizado fueron arcillas de origen sedimentario, caracterizada por su capacidad para vitrificar fácilmente a temperaturas de 700 u 800° C; con el paso del tiempo y consecuentemente con la mejora en la construcción de hornos y el descubrimiento de nuevas combinaciones de arcillas, el producto cerámico fue mejorando en su resistencia, impermeabilidad y decoración, con cubiertas vítreas derivadas de los mismos materiales cerámicos y la capacidad de llegar a temperaturas más altas.

Los primeros gres aparecieron en China, hace aproximadamente 3,000 años, este tipo de pastas no se esmaltaban dado que los materiales ocupados le daban un cierto brillo por tratarse de cuerpos vitrificados con baja porosidad, por tal razón, en muchos casos la utilización de vidriados era puramente decorativa. A medida que se mejoraban las formulaciones de gres en China, aumentaba la calidad y diversidad de colores que se podían conseguir, variando desde rojo hasta el blanco y derivando posteriormente en la conocida pasta de porcelana.

Los primeros objetos de gres en ser manufacturados datan de la dinastía Shang (1650 – 1050 A.C.) caracterizados por una decoración repetitiva de motivos geométricos o imágenes zoomórficas, con un acabado final en blanco muy parecido a la porcelana que se conoce actualmente. Luego, en la dinastía Han (206 A.C. – 220 D.C.) fue producido un gres blanco llamado Yüeh, el cual fue perfeccionado durante la dinastía Tang (618 – 907 D.C.) con el añadido de vidriados a base de feldespatos de color verde olivo o café.

Figura No. 1: Vasija trípode (Shang)

Figura No. 2: Jarra tallada (Shang)

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.



Fuente: www.a3guo.com



Fuente: *PETERSON, Susan. Artesanía y Arte del Barro (Pág. 240).*

Durante la dinastía Sung (960 – 1,279 D.C.) son particularmente característicos los vidriados brillantes a base de feldespato de color lavanda, azul y púrpura el mejor ejemplo es la cerámica Chün y la Tzu-Chou.

Figura No. 3: Jarrón de Porcelana con 4 asas decorado con Vidriado Blanco



Figura No. 4: Jarrón de Porcelana con figura de niño chino decorado con arabescos con Vidriado Celeste



Figura No. 5: Contenedor Sutra de Porcelana con Vidriado Celeste



Fuente: www.kyohaku.go.jp

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

A partir del siglo XVII China comenzó a exportar masivamente cerámica de gres a Europa, manufacturada en I-hsing en la provincia de Kiangsu, se caracterizaba por ser de color rojo o café, sin vidriar y con un acabado pulimentado, lo que mas se exportaba eran depósitos para té y vino. Debido al comercio y la necesidad de producir localmente estas pastas, su difusión en Asia fue mucho más rápida antes de llegar a Europa; los períodos más representativos fueron las siguientes:

○ *Período de la Dinastía Silla en Corea:*

El reino de Silla fue fundado en el año 57 A.C. en el área de Chinhan, en el sureste de Corea; las características de la cerámica de Silla y Kaya (una pequeña federación de cinco principados) es de un gres color gris de alta temperatura entre 1,200° Celcios. Las formas características de este período son boles y jarrones de alto formato, con aberturas rectangulares o triangulares, el mayor centro de producción estaba ubicado en la provincia de Kyonsang donde el río Naktong divide Silla y los principados de Kaya.

Figura No. 6: Botella con Vidriado Café Negro



Sin importar su gran tamaño, esta botella con vidriado café negro, parece elegante por sus cuatro patas que la estabilizan. Es el objeto Goryeo más grande conocido con vidriado café negro.¹

Fuente: museum.ewha.ac.kr

¹ museum.ewha.ac.kr

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Figura No. 7: Vasija en forma de pato

Entre las varias vasijas con forma de pato elaborado con pastas de gres de origen Gaya que han sido encontradas, ésta es la más exquisita debido a la decoración estampada y al calado único en su clase.²



Fuente: museum.ewha.ac.kr

○ *Período de la Dinastía Kamakura en Japón:*

Durante el siglo VI y VII Japón experimentó cambios en su sociedad y cultura, por la importación de ideas de la cultura China y Coreana; por ejemplo el budismo, nuevos sistemas de escritura, nuevas tecnologías en la medicina y además formas más complejas de desarrollo en el arte. En el caso de la cerámica se asimilaron nuevas técnicas de cocción y decoración importadas, pero siempre adaptándolos a los gustos locales; por ejemplo la técnica china de decoración de tres colores en vidriados y la cocción de alta temperatura de los coreanos.

Figura No. 8: Incensario (1185-1333)

En 1185 la forma de gobierno monárquico fue suplantado por una de tipo militar, esto incidió en la cerámica de este período la cual se caracterizó por



² Op.Cit.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

formas simples y austeras influenciados por las clases guerreras y del budismo Zen.

Fuente: www.davidrumsey.com

Figura No. 9: Gres cocido con ceniza de madera (Shigaraki)



La cerámica del período Kamakura y Muromachi se destaca por la dualidad de fuerza y forma y el uso de ceniza natural como vidriado lo cual le confería un acabado único a cada pieza, las formas que más se producían eran jarrones y depósitos para guardar granos, un ejemplo de esto eran los jarrones Tsubo; un particular centro cerámico de este período era Shigaraki localizado cerca de Kyoto, reconocido por sus hornos, además de haber sido los únicos en producir piezas vidriadas en esa época.

Fuente: *PETERSON, Susan.*

“Artesanía y Arte del Barro” (Pág. 247).

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

1.1.2. ORÍGENES DE LAS PASTAS DE GRES EN EUROPA:

Aproximadamente en el siglo XIII se tienen los primeros indicios de gres en Europa, en el norte de Alemania en la región de Turingia y Saxony, básicamente eran una imitación de los primeros gres llegados de China, y se caracterizaban por ser cuerpos de color gris y rojo, con un barniz a la sal, proceso que constaba de echar sal común en el horno cuando éste llegaba a una temperatura determinada.

Figura No. 10: Jarra Alargada con Forma de Huevo decorado con estampas cilíndricas de Motivos Religiosos (Waldenburg)

Los centros más representativos son Waldenburg, Altenburg, Zeirz, Bürgel, entre otros; las formas mas comunes eran picheles, jarras para vino y cerveza, las cuales eran decorados con motivos bíblicos o heráldicos en forma de medallón o simplemente con líneas geométricas aplicándoles cobalto. Luego, el gres de origen alemán comenzó a ser exportado a Inglaterra y Holanda a finales del siglo XVI y principios del XVII, pero debido al auge de la



“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

porcelana, el gres alemán comenzó a declinar en su producción a partir del siglo XVIII.

Fuente: museum.ewha.ac.kr

Figura No. 11: Jarra Cilíndrica llamada también Jarrón de Perla, debido a su decoración (Altenburg)



Figura No. 12: Jarra con forma de Huevo y agarradera, decorado con pinceladas de color azul (Bürgel)

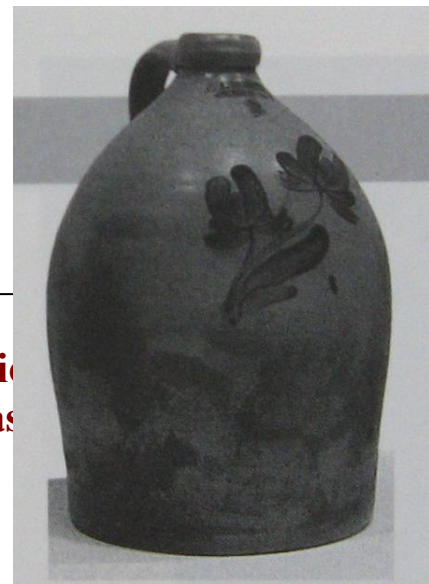


“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Fuente: museum.ewha.ac.kr

Por otra parte, en Holanda, durante el siglo XVII fue producido un gres de color rojo en la región de Delf, como una imitación de la cerámica de I-hsing traída de China. El gres inglés no comenzó a fabricarse hasta el siglo XVIII, las mejores piezas eran hechas con barniz a la sal de color blanco y se producían en Staffordshire y Nottinghamshire, entre otros lugares; a partir de esa época fue una alternativa popular igual que la porcelana. Toda esta gama de gres fue producida por un ceramista inglés llamado Josiah Wedwood.

Figura No. 13: Gres esmaltado a la sal con dibujos de cobalto. Nueva Inglaterra 1850.



“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cerámicas a partir de la Utilización de Arcillas Industriales”.

**a
es**

Finalmente, el gres llega a Norte América debido al proceso de colonización, principalmente se traían de Alemania y eran de color azul o gris; las primeras producciones locales eran de formas simples y su decoración era pintada a mano alzada y en algunas ocasiones se utilizaban esténciles con aplicaciones de cobalto.

*Fuente: PETERSON, Susan.
“Artesanía y Arte del Barro” (Pág. 250).*

Los mayores centros de producción se encontraban en Virginia, Pennsylvania y Nueva York, pero paulatinamente fue declinando debido a la importación de cerámica mas barata de Inglaterra a partir del siglo XVIII. Todavía en el siglo XX se utiliza el gres en la manufactura de productos utilitarios y artísticos, variando desde la cerámica de mesa hasta de uso industrial y componentes eléctricos.

1.2. FUNDAMENTOS TEÓRICO-TÉCNICO

1.2.1. GENERALIDADES DE LAS ARCILLAS:

1.2.1.1. DEFINICIÓN:

La arcilla es el resultado de la descomposición de las rocas feldespáticas durante millones de años, debido a agentes atmosféricos y geológicos. La arcilla cuyo elemento

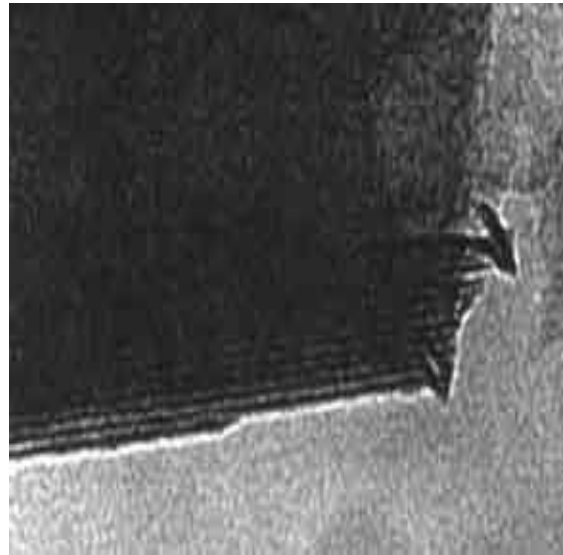
“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

principal es un mineral llamado caolinita, está compuesta por pequeños cristales hexagonales de superficie lisa que al contacto con el agua, se deslizan una sobre otra, permitiendo así, la plasticidad.

*Figura No. 14: Hojuela de arcilla
amplificada 15,000 veces*



*Figura No. 15: Borde de la hojuela
amplificada 20,000 veces*



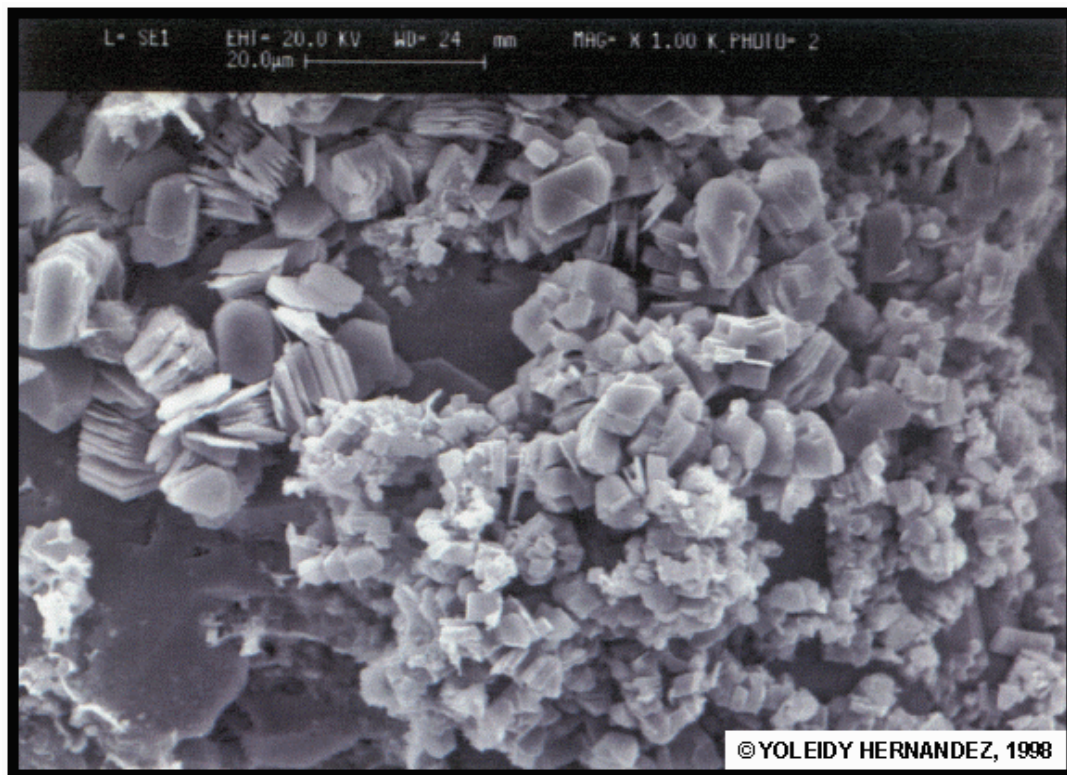
Fuente: www.jcce.org.cu

La caolinita es un silicato de alúmina hidratado conformado por: *una molécula de Alúmina (2 átomos de Aluminio y 3 de Oxígeno), dos moléculas de Sílice (1 átomo de Silicio y 2 de Oxígeno) y dos moléculas de Agua (2 átomos de Hidrógeno y 1 de Oxígeno)*, cuya fórmula es la siguiente: $Al_2O_3, 2SiO_2, 2H_2O$. Según esta fórmula

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

corresponde aproximadamente a: 40% *Oxido de Aluminio*, 46% *Oxido de Silicio*, 14% *Agua*.

Figura No. 16: Vista Amplificada de la Caolinita



**Caolinita autigénica presentando dos de sus morfologías típicas:
en plaquetas pseudo-hexagonales (“booklets”) y bloques (“Blocky”)
generando microporosidad.**

Formación Oficina.

Profundidad 9106.2 pies. Fotomicrografía de SEM, escala 20 µm

Fuente: www.pdysa.com

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

1.2.1.2. ORIGEN DE LAS ARCILLAS:

Las arcillas se forman en diferentes procesos de descomposición, los cuales son:

- ***Ígneos:*** Se caracterizan por altas y moderadas temperaturas con amplio rango de presión y variación limitada en composición química (en este caso referido a actividades volcánicas).

- ***Sedimentarios:*** Se caracterizan por moderadas temperaturas y una presión atmosférica constante como las lluvias y la erosión eólica; esta acción hace que las arcillas sean separadas de sus depósitos originales creando nuevos yacimientos; los materiales originados derivan de otros materiales preexistentes, los cuales hacen variar la composición final de las arcillas.

- ***Metamórficos:*** Es cuando los depósitos minerales resultan de procesos que tienen lugar debajo de las zonas de desgastes afectados por la acción sedimentaria; es decir, que las capas de los yacimientos arcillosos que se encuentran bajo el material superficial, son afectadas por un amplio rango de temperatura, presión y composición real, debido a las filtraciones de agua de la superficie y los movimientos telúricos.

1.2.1.3. TIPOS DE ARCILLAS:

Se basan según su origen geológico, composición química y propiedades de uso, estos se dividen en los dos tipos siguientes:

- ***Arcillas Primarias (Residual)***: Estas son las que se encuentran cerca o en el sitio donde se originaron (roca madre), debido a que no han sido sujetas de una constante presión atmosférica, sus partículas son de mayor tamaño, caracterizándose principalmente por su aplasticidad; por lo anterior, su coloración varía entre el blanco y gris, y su rango de vitrificación -dependiendo de su grado de pureza- puede ser aproximadamente a 1800°C.

- ***Arcillas Secundarias (Sedimentarias)***: Son aquellas que se han ido formando por una constante presión atmosférica, derivada de la acción del viento y el agua, esto provoca que las arcillas sean transportadas lejos de la roca madre, que a la vez se mezclan y descomponen con diferentes materiales minerales y orgánicos, que inciden de alguna manera en el rango de vitrificación que puede ser desde los 900°C hasta los 1300°C o más. El resultado es una arcilla de partículas muy finas caracterizada por buena plasticidad y que su coloración depende según los materiales que la compongan, variando desde amarillo, rojo y negro.

1.2.1.4. CLASIFICACIÓN DE LAS ARCILLAS:

Las arcillas se clasifican según sus características de uso y rango de vitrificación, entre ellas tenemos las siguientes:

-ARCILLAS COMPACTAS (STONEWARE): Son arcillas de gran plasticidad, cuyo rango de vitrificación oscila entre los 1150 y 1300° C; su tono de coloración varía entre el amarillo al gris, debido a los diversos materiales minerales que contiene, tales como: *hierro, feldespato y calcio*, que por el agregado de estos, se caracterizan por un alto nivel de vitrificación después de la quema. Para el trabajo cerámico son adecuadas para torno y repujado en moldes, además de servir como agregados para pastas cerámicas se pueden utilizar por sí solas.

-ARCILLAS DE LOZA (SOFTWARE): Estas comprenden las arcillas compactas de mediana temperatura hasta las de loza común de baja temperatura, éstas últimas, contienen un alto porcentaje de hierro que sirve como un fundente, proporcionando un característico color café o rojo, y es utilizada sobre todo para la elaboración de ladrillos de obra de construcción, cuyo rango de vitrificación frecuentemente no exceden los 1000° C. En cuanto a las arcillas de loza compacta de mediana temperatura, son caracterizadas por su coloración entre el gris claro, blanco o marfil, que dependen del agregado de una arcilla refractaria de sílex calcinado, de un carbonato de cal y feldespatos, lo que permite buena vitrificación después de cocción a temperaturas entre los 1200° C.

-ARCILLAS REFRACTARIAS: Estas pueden ser de origen sedimentario o residual, cuya principal característica es el escaso contenido de fundentes y elevadas proporciones de caolinita y alúmina, por lo cual, su rango de vitrificación es entre 1600 y 1750° C, y son utilizadas sobre todo en la fabricación de ladrillos refractarios aislantes y mueblería para hornos.

-BALLCLAY O ARCILLA DE BOLA: Son arcillas blancas, antes y después de la cocción, se caracterizan por tener partículas muy finas, que aportan gran plasticidad originada por el contenido de materia orgánica en forma de lignito que es un tipo de carbón y cera que a la vez proporciona dureza cuando está seca, pero no puede utilizarse por sí sola para la elaboración de productos cerámicos, debido a su alto nivel de encogimiento y deformación; su uso principalmente es como agregado plástico para

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

pastas cerámicas y agente de suspensión en la formulación de vidriados. Su rango de vitrificación es aproximadamente entre los 1300° C.

-BENTONITA: Es una arcilla poco común de origen volcánico, tiene el tamaño de partícula más fina que las de cualquier arcilla conocida, a esto se le debe su excesiva plasticidad, por lo que no es conveniente trabajarla por sí sola, funciona sobre todo como agregado para pastas cerámicas y vidriados aplásticos, pero no excediendo el 2%, ya que aumenta 10 o 15 veces su volumen al contacto con el agua. La fórmula química es similar al del caolín, pero ésta contiene más sílice que alúmina (Al_2O_3 , 4SiO_2 , $9\text{H}_2\text{O}$). El rango de vitrificación oscila entre los 1200° C.

-CAOLÍN: Pertenece al grupo de las arcillas primarias, generalmente son blancas por su bajo contenido de hierro, su fórmula es la misma que la de la arcilla, ya que su principal componente es la caolinita; se caracterizan por no ser muy plástica y extremadamente refractaria; es decir, que su temperatura de vitrificación es aproximadamente a 1800° C, por ésta razón el caolín pocas veces se puede utilizar por sí solo para la elaboración de productos cerámicos, a menos que se mezcle con otros materiales que eleven su plasticidad y disminuyan su rango de vitrificación, en este sentido, se le utiliza como ingrediente fundamental para porcelana y loza blanca de alta temperatura.

Debido a su proceso de formación se reconocen dos tipos de caolín como en las arcillas:

- **Caolín Residual:** Que se encuentra en el lugar de formación por la meteorización de las rocas, y es considerado el más puro.

- **Caolín Sedimentario:** Es el que se ha ido depositando en otros lugares lejos de la roca madre, pero que muestra las mismas propiedades de plasticidad que las arcillas secundarias.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

1.2.1.5. OTROS MATERIALES CERÁMICOS:

Generalmente se utilizan para la conformación de pastas cerámicas y formulación de vidriados, entre estos se encuentran:

-CARBONATO DE CALCIO (CRETA): Se introduce en las pastas cerámicas de baja y media temperatura, para rebajar la temperatura de vitrificación de las mismas. Es pues un fundente, aunque debe añadirse con cuidado, ya que puede llegar a deformar las piezas e incluso fundirlas, si se incluye en porcentajes superiores al 13%.³

³ “Manual del Ceramista”, Tomo 1, Ed. Daly S.L., Barcelona España, 1998, Pág. 29.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

-CHAMOTE: Es un agregado para arcillas y pastas cerámicas para evitar mayores encogimientos, básicamente es arcilla bizcochada a temperaturas mayores o iguales del rango de vitrificación que se desea, ya sea desde los 800° C hasta 1300° C; su coloración varía dependiendo de la arcilla utilizada y se pueden obtener diferentes tamaños de partícula según convenga (fino, mediano y grueso); se emplea aproximadamente en proporciones entre el 10 y 30% en la formulación de pastas cerámicas, aportando así, mayor resistencia mecánica a las piezas y es conveniente utilizarlas sobre todo en cerámica escultórica y murales.

-DOLOMITA: Es un carbonato doble de calcio y magnesio, que actúa como fundente en las pastas. Puede emplearse como sustituto del carbonato de calcio, para elevar la temperatura de maduración de los barnices en proporciones del 3 al 6%.⁴

-FELDESPATO: Es un material de origen ígneo compuesto por alúmino silicatos de Potasio, Sodio y Calcio (K, Na, Ca), estos ingredientes no se encuentran puros pero sí mezclados en diferentes proporciones, por esta razón existen muchos tipos de feldespatos pero los más conocidos son los siguientes.

- *Feldespato Potásico u Ortoclasa ($K_2O, Al_2O_3, 6 SiO_2$)*
- *Feldespato Sódico o Albita ($Na_2O, Al_2O_3, 6 SiO_2$)*
- *Feldespato Cálcico o Anortita ($CaO, Al_2O_3, 2 SiO_2$)*
- *Nefelina – Sienita ($K_2O, 3 Na_2O, 4 Al_2O_3, 8 SiO_2$).*

En esencia, los feldespatos utilizados para la elaboración cerámica son el potásico y el sódico, cuya diferencia radica en que el primero, su rango de vitrificación es mayor que el del segundo; pero la característica principal de ambos, es que en la formulación de pastas cerámicas de baja y mediana temperatura se le utiliza como antiplástico, reduciendo el encogimiento de las piezas por materiales implícitos como el cuarzo, mica y otros silicatos, además se le utiliza como fundente en vidriados y pastas de porcelana, gres y loza, para bajar su rango de vitrificación a temperaturas entre los 1170 y 1290° C.

⁴ Idem.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

-SÍLICE O SÍLICA: Es conocido como óxido de Silicio (SiO_2), se encuentra generalmente en los suelos en forma amorfa y cristalina, es considerado un material refractario por su elevado rango de vitrificación entre los 1600°C . Existen tres clases de sílice como son:

1. **Cuarzo:** Es la forma más común de este óxido, que es un ingrediente esencial en el vidrio, la formulación de pastas cerámicas y vidriados; se caracteriza por ser antiplástico, químicamente estable, reduce el encogimiento de las arcillas y aumenta el rango de vitrificación de éstas.
2. **Tridimita y**
3. **Cristobalita:** Ambos son formas poco comunes de sílice por que son derivadas de procesos de tipo volcánico (tipo obsidiana), por lo tanto su existencia es un tanto escasa.

-TALCO: Es un silicato de magnesio hidratado, que responde a la fórmula $3\text{Mg}, 4\text{SiO}_2, \text{H}_2\text{O}$. Se introduce como fundente en las pastas de baja temperatura de cocción (2%) y favorece el ajuste entre las pastas y los barnices a la vez que evita cuarteadoras.⁵

-OTROS MATERIALES (INDUSTRIALES): En el mercado se pueden encontrar otras materias primas procesadas especialmente para formulaciones de pastas cerámicas y cubiertas vítreas, entre estos podemos mencionar los siguientes:

- **Frita:** Es un vitrificador industrial, que sirve como fundente sobre todo en los vidriados, es una especie de vidrio molido y sílice, que puede fundir desde los 800°C .

⁵ Op. Cit., Pág. 29.

- **Otros Fundentes:** Son materiales que proporcionan un nivel de vitrificación más bajo para pastas cerámicas y vidriados, estos materiales generalmente son Carbonatos como: *Carbonato de Bario ($BaCO_3$)*, *Carbonato de Estroncio (Sr_2CO_3)*, *Carbonato de Litio (Li_2CO_3)*, *Carbonato de Magnesio ($MgCO_3$)*, entre otros.

- **Óxidos Metálicos:** Son agregados adicionales que aportan coloraciones según porcentajes que varíen entre el 1 al 10% en formulaciones de vidriados y pastas, permitiendo así intensificar los colores; los más utilizados para este fin son los de los elementos siguientes: *Oxido de Zinc (ZnO)*, *Oxido de Hierro (Fe_2O_3)*, *Oxido de Cobalto (CoO)*, *Oxido de Cobre (CuO)*, *Oxido de Cromo (CrO)*, *Oxido de Manganeso (MnO)*, entre otros.

1.2.1.6. PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS ARCILLAS:

Las arcillas por lo general adquieren su valor real después de la cocción, que es un cambio físico y químico, pero que con anterioridad se caracterizan por poseer diversas propiedades físicas que varían dependiendo el tipo al que pertenezcan, estas características pueden ser las siguientes:

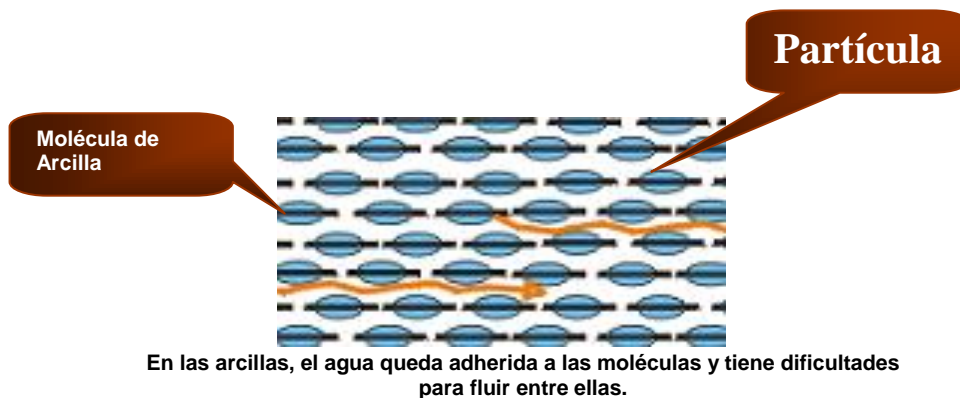
- **TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS:** Todas las arcillas, se caracterizan por estar compuestas por diferentes tamaños de partículas o grano, esta diferencia influye en las propiedades plásticas o aplásticas de una determinada arcilla; y debido a la fineza de las partículas mayor será la plasticidad, encogimiento y riesgo de deformación (arcillas sedimentarias), contrariamente si son de partículas gruesas menor será la plasticidad y encogimiento (arcillas residuales).

- **PROPIEDADES PLÁSTICAS:** Es una característica esencial en las arcillas o pastas cerámicas conocida como plasticidad, consiste en la capacidad de mantener la estructura laminar de las arcillas unidas o en flóculos al contacto con el agua,

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

permitiendo mantener su forma, ya sea en torno, modelado o repujado. Hay dos factores fundamentales que inciden en la plasticidad como es: *el tamaño de las partículas*, a mas finas, mayor cantidad de agua de plasticidad; y, *las sales solubles*, son agregados como ácidos, sulfatos o cloruros que mejoran la plasticidad de las arcillas aplásticas manteniendo mas unidas las partículas de ésta (Ver Fig. No. 17, Pág. 29); pero caso contrario, para la técnica de vaciado en moldes, se utiliza silicato sódico o carbonato sódico, que fuerzan a las partículas a separarse o desflocularse, disminuyendo así la plasticidad y manteniendo dispersas las partículas arcillosas.

Figura No. 17: Diagrama de las películas de agua que unen las partículas de arcilla



Fuente: www.fortunecity.com

- **MADURACIÓN O FERMENTACIÓN:** Este proceso es provocado por la descomposición de la materia orgánica implícita en las arcillas y la acción de las bacterias después de pasar largo tiempo en combinación con el agua de plasticidad; al descomponerse éstos, se forman ácidos que ayudan a flocular mejor las partículas mejorando así su plasticidad.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

- **PROPIEDADES DE SECADO:** Las arcillas al contacto con el aire se endurecen y se contraen, esta característica es conocida como encogimiento o merma; las partículas arcillosas están rodeadas por películas de agua que permiten su unión, si la arcilla es muy plástica encogerá mas que una que sea aplástica debido a la cantidad de agua de plasticidad utilizada, si las arcillas son secadas a temperatura de ambiente no están completamente exentas de agua, por que ésta se va perdiendo en el proceso de cocción, es decir que a 100°C pierde por completo el agua física y aumentando a 550° C pierde el agua de constitución química y es en esta etapa que la arcilla sufre un cambio irreversible volviéndose dura y compacta.

- **RESISTENCIA MECÁNICA:** Es la fuerza de la arcilla durante el secado, en donde las caras planas de los cristales de la arcilla se unen con mayor fuerza cuando la pieza está seca, esta resistencia esta ligada con la plasticidad, es decir, que cuando existen muchas caras de cristales o partículas muy finas, mejor será la manipulación de las piezas en dureza de cuero o cuando secas.

- **COCHURA:** Se adquiere después del proceso de quema y se caracteriza por tres efectos:

1. **Color:** Depende del porcentaje de hierro implícito en las arcillas, si es entre el 5% su coloración será entre el amarillento o blanco y si es superior a este serán de coloraciones rojizas o café; además depende del tipo de atmósfera de la quema, si es horno eléctrico la atmósfera será oxidante, es decir, que se permite el ingreso de oxígeno en el interior del horno; si son hornos de gas o leña, se pueden manipular las atmósferas, ya sea oxidante o reductora, esta última no permite el paso de oxígeno al interior, dejando que el carbón no combustione y se adhiera a las piezas, provocando una reacción química en el hierro implícito de las piezas cambiando las coloraciones a negras o grises oscuros.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

2. **Contracción:** Está ligada al tamaño de las partículas de las arcillas, si son muy finas a veces tienden a producir agrietamientos y encogen considerablemente y si son gruesas su encogimiento es apenas perceptible, las causas principales son la pérdida de volumen debido a la eliminación de agua por la reunión de los cristales por las fuerzas mecánicas y expulsión de aire por los poros.

3. **Porosidad y Absorción:** Están relacionadas con la desaparición de las películas de agua y materia orgánica, lo que permite la generación de poros, que son como canales que se intercomunican entre sí teniendo acceso a la superficie, con el riesgo que en estos pequeños espacios se introduzca agua, provocando la permeabilidad de las piezas. La porosidad disminuye cuando es mayor el grado de cocción, si encogen las piezas estos pueden cerrarse progresivamente o disminuir de tamaño, pero si la temperatura es elevada o excesiva los poros se cierran totalmente debido a la vitrificación provocando un nuevo sistema de canales dentro de la arcilla, lo que hace que esta se dilate y por lo tanto se deforme y se funda, debido a la liberación de gases que aún se producen durante la cocción.

- **VITRIFICACIÓN:** Es la última propiedad que adquiere la arcilla después de la deshidratación, oxidación o reducción durante el proceso de quema, se pueden destacar tres tipos:

1. **Vitrificación Incipiente:** Cuando se forma vidrio que comienza a aglutinar las partículas de arcilla;
2. **Vitrificación Completa:** Que consiste en que el vidrio formado comienza a llenar los poros y estos se cierran totalmente; y

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

- 3. Fusión:** Cuando el cuerpo cerámico se ablanda y no puede sostener su propio peso.

Las causas que inciden en la vitrificación dependen de la composición química de la arcilla, tamaño de partículas, la interacción de la alúmina, sílice y materiales fundentes y los efectos de ésta pueden ser que la pasta se contraiga, la deformación sea variable, se pueda dilatar demasiado y la porosidad sea nula.

1.2.2. PASTAS CERÁMICAS:

1.2.2.1. DEFINICIÓN:

Es una arcilla o mezcla de materiales arcillosos con el propósito de lograr un producto cerámico determinado, los principales ingredientes de una pasta son:

- *Arcillas plásticas:* que introducen la plasticidad;
- *Materiales refractarios:* para una mejor resistencia mecánica y sirven como antiplásticos reduciendo el encogimiento y la deformación, facilitando así el secado; además, se utilizan para elevar la temperatura de cocción; y
- *Materiales fundentes:* que determinan la temperatura de vitrificación y dureza de las pastas, además de mejorar el acoplamiento de los vidriados.

Todos estos materiales determinan los ajustes que se pueden hacer a una pasta con el fin de mejorar sus propiedades físicas y la reacción en el proceso de cocción, es decir, la forma en que se puede elevar o bajar la temperatura necesaria para la vitrificación. La composición química de una pasta, raras veces tienen importancia en el proceso de formulación, lo que realmente importa es el comportamiento físico de los ingredientes en la manufactura de los cuerpos cerámicos y después de la vitrificación.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

1.2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS PASTAS CERÁMICAS:

CUADRO No. 1

CLASES Y TIPOS	PRODUCTO	COMPOSICIÓN	RANGO DE VITRIFICACIÓN
Arcilla Roja:			
Terracota	Cuencos, alfarería de jardín, artística	Arcillas ferruginosas y Arcillas Calcáreas	950° C y 1050° C
De Barniz transparente y opaco	De mesa, artística		
Arquitectónicas	Baldosas de recubrimiento y enlizado, azulejos de cocina		
Loza:			
Natural	De mesa, artística, baldosas	Caolín, Sílice, Greda,	900° C a 1300° C
Fina	De mesa, artística, de cocina, baldosas	Pegmatita, Arcillas	
Talco	Artísticas, baldosas, de horno	Sedimentarias,	
Semivitrea	De mesa, artística	Feldespatos, Talco	
Gres:			
Natural	Tuberías de drenaje, cocina, artística	Arcillas sedimentarias, Sílice, Feldespatos, Caolín	1050° C a 1300° C
Fina	Cocción de alimentos, artística de mesa		
Vítrea técnica	Química		
Jaspe y Basáltica	Artística		
Porcelana (china):			
De hotel	De mesa, fuerte	Caolín, Sílice, Feldespatos	1250° C a 1300° C
Doméstica y de Alta Resistencia	De mesa		
De huesos y fritas	De mesa, artística		
De bajo coeficiente de dilatación	Para el horno, para cocción de alimentos		
Porcelana:			
Dura	De mesa, artística	Caolín, Sílice, Feldespatos	1380° C a 1460° C
Vítrea técnica	Química, bolas de molino y revestimientos		
Triaxial eléctrica	Aisladores de baja frecuencia		
Eléctrica de alta resistencia	Aisladores de baja frecuencia		
De alúmina	Núcleos de bujías, asientos de válvulas, herramientas de corte, substractos, piezas resistentes a la abrasión		
Esteatita	Aisladores de alta frecuencia, dieléctricos de bajas pérdidas		
Ferritas	Constante dieléctrica K elevada		
Ferromagnéticas (ferritas)	Imanes permanentes, núcleos de transformador y memorias, antenas		
Artículos sanitarios vítreos	Lavabos, tazas de WC, descargas de WC, urinarios		
Dental	Dentaduras		
Paria	Escultura		
Refractaria	Tubos de pirómetro, recipientes de combustión, componentes de hornos, elementos combustibles nucleares		

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

1.2.2.3. PASTAS DE GRES:

1.2.2.3.1. Definición:

Etimológicamente la palabra gres deriva del francés *grés* o *griot* (grava) que significa: “*pasta compuesta de arcilla y arena*”.

Pertenecen al grupo de las pastas compactas, se formulan generalmente con arcillas plásticas -como base-, caolín, sílice y feldespato; son caracterizadas por poseer una estructura impermeable después de la cocción en temperaturas que oscilan entre los 1150 y 1300° C, lo que incide en su gran resistencia, vitrificación y con un nivel de porosidad inferior al 3%, por estas razones también son llamadas “cerradas”. La coloración de éstas varía entre grises, marfil o castañas, dependiendo de las arcillas originales que constituyan la formulación y el tipo de atmósfera durante la cocción.

1.2.2.3.2. Tipos de Gres:

Las pastas de gres se dividen en dos tipos, según las características de uso y son los siguientes:

1. GRES NATURALES:

- **Clinkers:** Son pastas con mezclas de arcillas ferruginosas o coloreadas con óxido de hierro (si son blancas), se caracterizan por que tienen posibilidades de gresificación, mediante el contenido de 5 al 15% de óxido de hierro (Fe_2O_3), implícito en su formulación; se cuecen entre 1050 y 1200° C, y generalmente son utilizadas para alfarería común.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

- **Gres Común:** Se caracterizan por cierto nivel de pureza, por lo general están compuestas aproximadamente de 65% Caolinita, 30% Sílice y 5% de Feldespato, son de mediana plasticidad, además contienen un porcentaje entre el 15 y 20% de mica, pirita, y otras impurezas, que ayudan a la vitrificación a temperaturas entre los 1100 y 1200° C; se esmaltan con sal y se fabrican mucho en Francia y Alemania. Son utilizadas para elaborar cerámica utilitaria y tuberías de drenaje.

2. GRES COMPACTOS:

- **Gres Blandos y Duros:** Están compuestas por caolín, sílice (o a veces arena), feldespato, y en ocasiones se les agrega chamote de grano medio para conseguir efectos de salpicaduras o texturas, transparentadas por esmaltes de mediana o alta temperatura de vitrificación entre los 1120° C (blandos) y 1350° C (duros), y son utilizadas para elaboración de cerámica fina.

- **Gres Químico:** Son pastas de mono cocción y son importantes en la industria química, son utilizadas para la fabricación de recipientes y aparatos como condensadores, bombas de ácido, grifería, entre otros. Están compuestas por un alto porcentaje de caolinita combinada con chamote procedente de las mismas pastas vitrificadas y pulverizadas, por esta razón alcanzan temperaturas hasta de 1450° C.

- **Gres para baldosas de Pavimentación:** Conocido como gres cerámico, se utiliza para la fabricación de baldosas; algunas contienen como base arcillas blancas que son coloreadas con 0.5 al 1.5% de óxidos ya sean de hierro, cobalto, cromo, etc.; mientras que en las rojas se emplean arcillas ferruginosas que

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

contienen implícito entre el 8 al 12% de óxido de hierro. El punto de vitrificación oscila entre los 1050 y 1250° C.

1.2.2.4. MÉTODO DE FORMULACIÓN DE PASTAS:

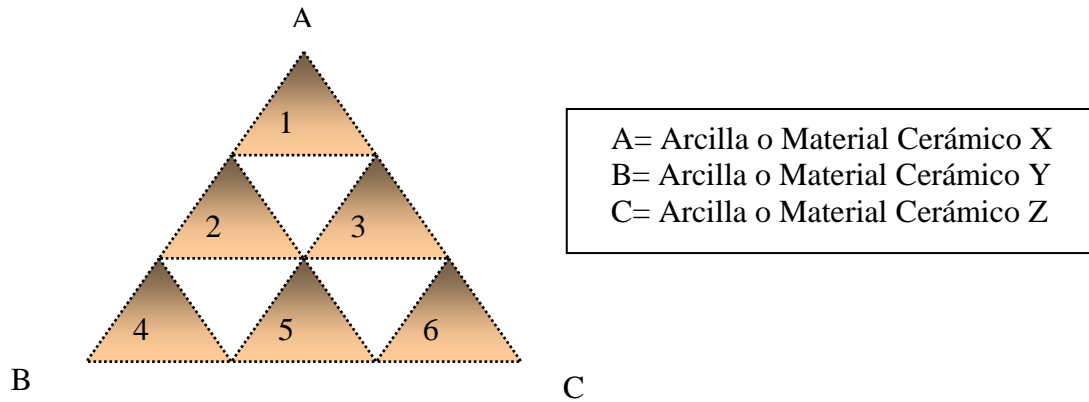
1.2.2.4.1. Método Triaxial:

Para la formulación de pastas cerámicas de forma empírica, por lo general se efectúan mediante pruebas, implementando cálculos de experimentación física como en el Método Triaxial, el cual permite combinaciones de tres materiales arcillosos o cerámicos diferentes, según las características físicas de éstos, estableciendo así, fórmulas para pastas y vidriados.

Este método consiste en obtener diferentes combinaciones de pastas cerámicas o vidriados, mediante el desarrollo de un triángulo, adjudicando a los tres ángulos un material diferente, denominando a cada uno por A, B y C, respectivamente, en un 100%, y a medida se mezclan los materiales varían dependiendo del porcentaje que convenga, desde 1 a 25%, como en el ejemplo de tabla (*Ver Cuadro No. 2, Pág. 37*).

Figura No. 18: Método de Cálculo Triaxial para pastas y vidriados

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.



Fuente: Equipo Investigador.

CUADRO No. 2

EJEMPLO DE TABLA DE PORCENTAJES TRIAXIALES

No.	A	B	C	No.	A	B	C
1	100%	0	0	4	0	100%	0
2	50%	50%	0	5	0	50%	50%
3	50%	0	50%	6	0	0	100%

Fuente: Equipo Investigador.

1.2.2.5. CUERPOS CERÁMICOS:

En la formulación de pastas cerámicas se deben considerar aspectos importantes como la temperatura de vitrificación, color y texturas deseadas. Es conveniente que las

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

propiedades físicas de éstas, sean adaptadas de acuerdo a la técnica de elaboración cerámica, como torno, modelado y vaciado, las cuales se explican a continuación:

- ***Pasta para torno:*** Debe ser densa o consistente, absorber poca agua mientras se trabaja y ser plásticas -pero no en exceso-, sino estas se vuelven pegajosas, encogen demasiado y con tendencia a la deformación; de ser así, se añade un antiplástico, ya sea como chamote o material refractario que disminuya la plasticidad y que a su vez mantenga su propio peso y forma del producto cuando esta blando, sobre todo en las piezas que sobrepasen los 30 cm. de altura, -aún teniendo secciones delgadas-. La proporción del chamote no debe exceder del 8 al 10%, y el tamaño de partícula debe ser intermedio, ya que si es muy fino baja la plasticidad y absorbe agua con facilidad, por el contrario, si son gruesas, la pasta se vuelve abrasiva para el trabajo a mano.

- ***Pasta para modelado:*** Deben contener arcillas plásticas que faciliten la manipulación, combinadas con una proporción entre el 20 al 30% de chamote, el cual, contribuye a mejorar la resistencia de los cuerpos en el proceso de secado, contracción y cocción; el tamaño de partícula de éste puede ser grueso, mediano o fino, según la textura que se desee, pero también se puede utilizar materiales refractarios como sustituto de éste. También puede utilizarse otro agregado en sustitución de los anteriores, como materia orgánica combustible, por ejemplo: *papel, tela, semillas trituradas, zacate, etc.*, debido a este tipo de materiales, éstas pastas se conocen como “pastas ligeras”, ya que se someten a una cocción lenta quemando así totalmente el agregado orgánico; ofreciendo ligereza y porosidad a las piezas.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

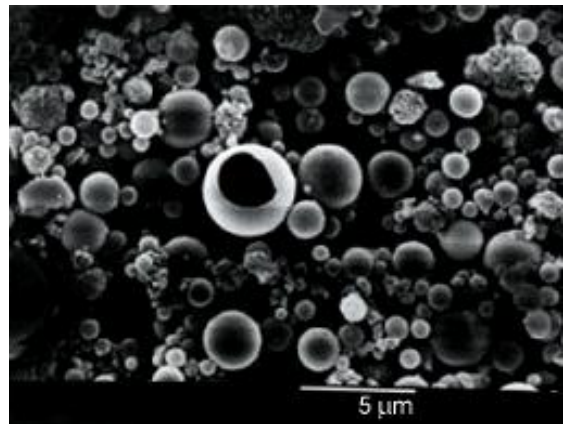
- ***Pasta para vaciado:*** No todas las arcillas se pueden desflocular, las mas aptas, son aquellas que sean menos plásticas como el caolín; las arcillas sedimentarias son difíciles de dispersar debido al contenido de hierro o álcali libre. Las arcillas poco plásticas requieren menos tiempo para el vaciado, mientras que las arcillas plásticas más tiempo; para vaciar se necesitan por lo general entre 10 minutos a media hora según: *tamaño y tipo de pieza, estado del molde y el espesor deseado*. Es por esto que el tipo de pasta debe contener al menos un 50% de arcillas plásticas y el resto pueden ser materiales no plásticos como el sílice o feldespato. Esta debe poseer características como: *suspensión fluida en el agua sin asentarse, no humedecer excesivamente el molde por que las piezas deben extraerse fácilmente de éste después del vaciado y el índice de contracción y deformación debe ser mínimo*. Una pasta para vaciado debe estar compuesta entre un 35 a 50% del peso de agua en relación con los materiales secos y se añade un tercio del 1% de desfloculante.

En una pasta para vaciado en moldes, es necesario el proceso de desfloculado - que es lo contrario al floculado-, es decir, que las partículas arcillosas al contacto con el agua se unen entre sí formando flóculos o grumos, que es una reacción física provocada por la atracción eléctrica generada entre éstas; pero, para la desfloculación, se necesita que las partículas arcillosas floten separadamente, para esto se utiliza un dispersante que rompa los flóculos, como álcalis (silicato de sodio o ceniza de sosa).

Figura No. 19: Vista Amplificada del Silicato de Sodio

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Este dispersante, es caracterizado por tener sus partículas redondas, permitiendo así cambiar la carga eléctrica de las partículas de arcilla repeliendo unas de otras, provocando así, la separación de éstas y que a su vez se mantengan suspendidas.



Fuente: <http://www.scielo.br/scielo>

1.3. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. MATERIAS PRIMAS PARA CERÁMICA FINA EN EL SALVADOR:⁶

⁶ VOLKER, Stein. *“Minerales no Metálicos Rocas y Suelos de Uso Industrial en El Salvador”*. Quinta Parte. Misión Geológica Alemana en El Salvador. Hannover 1973, Pág. 1.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Durante los trabajos de la Misión Geológica Alemana en El Salvador, se muestrearon innumerables materias primas potenciales de cerámica fina. De principio se limitó al muestreo y la investigación orientadora en el campo, lo que solo en casos excepcionales permite una valorización económica – geológica de los diversos yacimientos de materia prima. Los análisis mineralógicos, químicos y sedimento – petrográficos fueron efectuados en los laboratorios de la Bundesanstalt für Bodenforschung (analíticos: Dr. Eckhardt, Dr. Fesser, Dr. Mattiat, Dr. Raschaka, Dr. Rosca). En casos singulares también se comprobó la idoneidad para la cerámica de las materias primas por ensayos de cochuras en el horno de mufla del laboratorio y en un horno túnel industrial.

En El Salvador existen muchas rocas originales para la formación de caolines (sobre todo granitos, granodioritas, pórfiros de cuarzo, lavas ácidas), también desde el punto de vista geológico había en el pasado condiciones apropiadas para la formación de caolines. Las condiciones de conservación eran, por lo visto, menos favorables, pues según nuestras investigaciones generales casi no se pueden contar con yacimientos de caolín muy grandes en El Salvador. Pero según los yacimientos descubiertos hasta el presente tienen un interés económico considerable.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

En el departamento de Chalatenango se observaron granitos, respectivamente granodioritas, que afloran por grandes áreas, meteorizados en gránulos y parcialmente descoloridos. Algunos de estos yacimientos fueron recorridos y muestreados. Durante los trabajos en el campo en 1972 se estudiaron las intercalaciones “arcilladas” en series de rocas con alto porcentaje de vidrios volcánicos ácidos.

Está asegurada la existencia de arcillas caoliníticas y de caolines en El Salvador, que pueden ser elaboradas en las industrias de la cerámica fina. Algunas materias primas son tan puras, que probablemente son apropiadas para la fabricación de vajillas, casi solo por análisis mineralógicos y químicos; los ensayos sencillos para la utilización técnica que fueron efectuados hasta el presente, tienen que ser completados por investigaciones especiales. De los estudios geológicos previos podrán ubicarse los posibles bancos tomando en cuenta las recomendaciones dadas por los estudios. Habrá que tomar en consideración la facilidad de explotación y dependiendo de su formación y su volumen recomendarlo según convenga.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

1.3.2. ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE ARCILLAS LOCALES Y MATERIALES INDUSTRIALES

- ***ESTABLECIMIENTOS DE YACIMIENTOS ARCILLOSOS***⁷:

Los yacimientos arcillosos fueron determinados según las zonas de importancia de cerámica artesanal, y otros aspectos como: tamaño de yacimiento, y facilidad de acceso. Además, por haber sido objeto de ensayos exploratorios previos. Por tanto, existían ya antecedentes debido a las experiencias de elaboración y producción de cerámica.

- ***CARACTERÍSTICAS DE USO DE ARCILLAS LOCALES:***

LA PALMA⁸: Yacimiento Arcilloso ubicado en la zona central del país, departamento de Chalatenango, sobre el kilómetro 82 en la carretera que conduce hacia San Ignacio y El Poy (frontera con Honduras), este yacimiento se encuentra en las cercanías del río de La Palma.

⁷ *“Investigación de Materiales Arcillosos para Elaboración de Productos Cerámicos”*. Realizado en el Taller de Cerámica de la Escuela de Artes, Universidad de El Salvador. Ene. 05 a Feb. 06, Pág. 31.

⁸ **Idem**. Pág. 36.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Figura No. 20: Ubicación geográfica de La Palma en El Salvador y



Yacimiento Arcilloso Camino al Río de La Palma

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Fuente: Equipo Investigador.

Presenta las características siguientes:

Figura No. 21: Arcilla en su estado natural



- Es una arcilla de tipo sedimentaria.
- Es de color beige en su estado natural y naranja pálido después de la cocción.
- Contiene un alto porcentaje de partícula gruesa no meteorizada que resta plasticidad a la arcilla, se agrega el

escaso material orgánico que contiene.

Fuente: Estudio Preliminar, (Pág. 32).

- Su aparente alto contenido de sílice permite un encogimiento favorable para la elaboración de piezas cerámicas.
- Posee gran resistencia a altas temperaturas, sin deformarse.
- Su temperatura de vitrificación se encuentra entre los conos, 2 y 5.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

ILOBASCO⁹: Situado también en la zona central del país, en el departamento de Cabañas, el yacimiento de arcilla se encuentra ubicado en el cerro conocido como la Peña de El Zope.

Figura No. 22: Ubicación geográfica de Ilobasco en El Salvador y



Yacimiento Arcilloso en Peña El Zope

Fuente: Equipo Investigador.

Sus características principales son:

⁹ *Op.Cit.* Pág. 37.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Figura No. 23: Arcilla en su estado natural



Fuente: Estudio Preliminar, (Pág. 33).

- Es una arcilla de tipo sedimentaria que tiene su origen en una cuenca pluvial.
 - Su color es café en estado natural y rojizo después de la cocción.
-
- Es de gran plasticidad, debido a su bajo contenido de desgrasantes tiende a encoger en gran medida. Contiene un alto porcentaje de materia orgánica la que desaparece en la cocción y por lo tanto contrae la arcilla dejando como resultado un encogimiento considerable. Debido a su alto nivel de plasticidad se vuelve necesario el agregar otro material desgrasante (antiplástico).
 - Por sus características es recomendable el uso para la elaboración de producto cerámico de baja y mediana temperatura, pues puede deformarse con facilidad.
 - Su temperatura de vitrificación se encuentra entre los conos 017 y 06.

1.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS¹⁰

1. **Agua de Plasticidad:** Cantidad o porcentaje de agua requerida por una arcilla o pasta, que al mezclarse obtenga el grado de plasticidad necesario para el trabajo cerámico.
2. **Agua Química:** Agua implícita con los compuestos minerales que conforman una arcilla, que se elimina al someterla a temperaturas entre 500 y 700° C.
3. **Arcillas Locales:** Referente a arcillas de yacimientos existentes en El Salvador (La Palma, Chalatenango e Ilobasco, Cabañas).
4. **Características de Uso:** Son las propiedades que poseen las arcillas y pastas cerámicas, con las cuales se distingue la utilidad del producto según la temperatura y método de conformación.
5. **Cerámica Artística:** Objetos cerámicos contruidos de forma artesanal, tradicional o experimental, con el fin de conceptualizar ideas particulares o simplemente con fines decorativos.
6. **Cerámica de Mesa:** Objetos cerámicos de uso diario utilizados, para el almacenamiento o preparación de alimentos y bebidas.
7. **Cerámica Fina:** Objetos cerámicos de tipo utilitario y artístico que su punto de vitrificación oscile entre los 1150 hasta 1300° C o más.
8. **Cerámica Utilitaria:** Objetos cerámicos que sirven para un uso en particular, como utensilio para cualquier actividad.
9. **Coefficiente de dilatación térmica:** Es la capacidad de adherencia y consonancia entre los vidriados y pastas o arcillas a determinada temperatura, cubriendo de manera uniforme toda la superficie sin craquelados y cuarteaduras.

¹⁰ **Equipo Investigador:** Todos los términos establecidos han sido contruidos por los miembros del equipo investigador para un mejor entendimiento del lenguaje técnico utilizado en este estudio.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

10. **Cuerpo Cerámico:** Son piezas u objetos arcillosos (crudo, bizcocho o con esmalte), que resultan de la elaboración en técnicas de manufactura cerámica.
11. **Desfloculante:** Solución líquida utilizada como dispersante de las partículas de arcillas o pastas cerámicas.
12. **Desflocular:** Proceso en el cual se cambia la carga eléctrica que une las partículas de arcilla entre sí, con el fin de separar una de otra para que floten individualmente en una suspensión líquida.
13. **Ensayo Físico Térmico:** Procedimientos empíricos efectuados a una arcilla o pasta cerámica para determinar las características particulares de los diferentes materiales tales como: *agua de plasticidad, porcentaje de encogimiento o contracción, porcentaje de absorción y rango de vitrificación.*
14. **Gravedad Específica:** Es la relación entre agua de mezcla y arcilla seca en una pasta para vaciado.
15. **Materiales Industriales:** Materiales de origen arcilloso y mineral, que pasan por un proceso industrial de purificación y molido según las necesidades que se requieran para el trabajo en cerámica (formulación de pastas o vidriados).
16. **Mediana Temperatura:** Grado de temperatura de cocción comprendido entre los 1150 y 1300° C.
17. **Pastas Cerámicas:** Arcilla o mezcla de arcillas, con otros materiales de origen industrial, que se combinan para lograr un determinado propósito en el trabajo cerámico.
18. **Punto de Vitrificación:** Rango de temperatura en que una arcilla o pasta alcanza la vitrificación o punto de madurez, reduciendo significativamente su porosidad.
19. **Rango de vitrificación:** Grado de vitrificación que posee una arcilla según las propiedades físicas y químicas que la conforman.
20. **Resistencia Mecánica:** Referente a la capacidad de manipulación de un cuerpo cerámico en estado crudo.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

21. **Stoneware:** Relativo a las pastas de gres de alta temperatura, de conformación densa y vitrificada después de la cocción.
22. **Software:** Tipo de loza fina de mediana temperatura.
23. **Vidriado:** Es una película adherente fina similar al vidrio, fundida sobre una pasta o arcilla, que impermeabiliza la superficie de los cuerpos cerámicos.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CAPÍTULO II:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presenta la metodología utilizada en la ejecución del proyecto de investigación, mediante la cual se orientaron las actividades de laboratorio, recogida y procesado de datos.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

2.1. NIVEL DE ESTUDIO

2.1.1. TÉCNICO:

El método utilizado fue de tipo experimental, con una metodología de tipo cuantitativa que orientó el estudio de una muestra representativa de materiales cerámicos para la elaboración de cuerpos de gres, los cuales fueron seleccionados a criterio técnico del equipo investigador; partiendo de un estudio preliminar realizado en el taller de cerámica de la Escuela de Artes, de la Universidad de El Salvador, titulado “Investigación de Materiales Arcillosos para la Elaboración de Productos Cerámicos”, durante el año 2005 (*Ver Anexo No. 2, Pág. 146*); del cual, se retomaron datos de partida para aplicarlos a las necesidades de la investigación; a su vez, se establecieron parámetros para la recogida de datos que permitieron el desarrollo práctico de la investigación.

Inicialmente, se utilizó para la conformación de pastas de gres el Método Triaxial, para determinar los tres porcentajes específicos -basados en una diferencia del 10%- de arcillas locales y materiales de origen industrial, componentes para la formulación de éstas; luego, se llevaron a cabo ensayos físico térmicos, para constatar las particularidades físicas de cada combinación de pastas, y conocer los porcentajes de encogimiento lineal y absorción, elaborando al mismo tiempo pequeños cuerpos de gres en las técnicas estudiadas para observar el comportamiento de éstas en la práctica, debido a que en las tejas de ensayo difícilmente se puede apreciar con exactitud, el comportamiento y las posibilidades técnicas reales de las pastas en cuanto al proceso de elaboración de un cuerpo cerámico; simultáneamente, se aplicaron las formulaciones de vidriados retomadas del estudio preliminar, para conocer el coeficiente de dilatación

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

térmica con estas pastas, y posteriormente, los resultados que se obtuvieron, fueron aplicados en la elaboración de cuerpos de gres.

2.1.2 ARTÍSTICO:

Para la aplicación de los resultados, se elaboraron cuerpos de gres de tipo utilitario y artístico, mediante los procedimientos técnicos de torno, modelado y vaciado, para constatar las posibilidades de uso de las diferentes pastas, permitiendo así, hacer efectiva la investigación. En esta etapa de aplicación se llevaron a cabo los procedimientos siguientes:

1. **Análisis Conceptual:** Referido al razonamiento conceptual del tema en cuanto a forma y contenido, a través de las posibilidades creativas de cada autor, permitiendo realizar cuerpos de gres mediante una temática libre en base a las técnicas desarrolladas.
2. **Proceso de Diseño:** Mediante la visualización bidimensional, las propuestas de diseño se elaboraron conforme bocetos establecidos según la técnica y la temática retomada por cada autor.
3. **Estudio de la Forma:** Simultáneo a los bocetos, se estimó la forma de los cuerpos de gres con relación a las características de uso y la técnica de manufactura cerámica utilizada.
4. **Elaboración de Obra:** Finalmente, se llevaron a cabo las propuestas de diseño convenientes en las técnicas de torno, modelado y vaciado, teniendo como

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

resultado de la aplicación: un cuerpos de gres de tipo utilitario y uno de tipo artístico –por cada técnica –, con características de gresificación.

2.2. DISEÑO DEL ESTUDIO

2.2.1. POBLACIÓN Y MUESTRA:

2.2.1.1. PASTAS DE GRES:

Conforme a la investigación preliminar, se analizaron los resultados obtenidos en las pruebas de combinaciones de arcillas locales y materiales industriales de los **Grupos No. 1 y 2** (*Ver Anexo No. 3, Pág. 150*), para tomar la muestra de base y seguidamente, realizar los estudios y aplicaciones para formular pastas de gres, que cumplieran con las cualidades idóneas de encogimiento y mínima absorción.

La población comprende un total de 66 formulaciones para pastas, de la cual, se retomó una muestra de 15 fórmulas intermedias que corresponden al 22.73 % de la población total (*Ver Anexo No. 4, Pág. 151*), sometiendo a estudio 6 combinaciones divididas en tres grupos, correspondiendo a dos para cada técnica (*Ver Cuadro No. 3, Pág. 56*), teniendo como resultado 90 formulaciones; adicionalmente, se sometieron a modificación pastas para torno que necesitaban ajustes para una mejor gresificación, haciendo un agregado de 8 formulaciones más (*Ver Cuadro No. 4, Pág. 57*); a su vez

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

fueron seleccionadas de acuerdo a sus características particulares para la elaboración de cuerpos de gres con las técnicas de torno, modelado y vaciado.

Los materiales utilizados en esta investigación fueron los siguientes:

Arcillas locales:

- **-La Palma:** Se utilizó como arcilla básica, debido a las características de refractariedad y bajo contenido de hierro.
- **-Ilobasco:** Se utilizó como sustituto de ballclay, debido a su plasticidad contribuye a disminuir el punto de vitrificación de las pastas.

Materiales Industriales:

- **-Feldespatos:** Como liga o vitrificante para bajar la temperatura de cocción en las pastas.
- **-Caolín:** Se utilizó como arcilla antiplástica en las pastas de vaciado.
- **-Sílice:** Como antiplástico en las pastas de vaciado, y material refractario en la formulación de vidriados.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

A continuación se presentan sintetizados los grupos de control de las combinaciones triaxiales de materiales arcillosos y cerámicos utilizados para la elaboración de cuerpos de gres en las técnicas estudiadas.

CUADRO No. 3

MATERIALES PARA PASTAS DE GRES

PASTAS PARA TORNO		
<i>1. COMBINACIONES GRUPO T1</i>		
La Palma	Ilobasco	Feldespatos
<i>2. COMBINACIONES GRUPO T2</i>		
La Palma	Ilobasco 50% Caolín 50%	Feldespatos
PASTAS PARA MODELADO		
<i>3. COMBINACIONES GRUPO M3 (15% de Chamote)</i>		
La Palma	Ilobasco	Feldespatos
<i>4. COMBINACIONES GRUPO M4 (30% de Chamote)</i>		
La Palma	Ilobasco	Feldespatos
PASTAS PARA VACIADO		
<i>5. COMBINACIONES GRUPO V5</i>		
La Palma	Caolín	Feldespatos
<i>6. COMBINACIONES GRUPO V6</i>		
La Palma	Sílice	Feldespatos

Fuente: Equipo Investigador.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Adicionalmente, fueron sometidas a modificación dos formulaciones de pastas para torno -*No. 6 y 13 Grupo T1* y *No. 9 y 13 Grupo T2*- para mejorar la gresificación de éstas, haciendo un total de dos modificaciones por fórmula; en el cuadro, se muestran los porcentajes de las pruebas efectuadas y seguidamente los porcentajes modificados.

CUADRO No. 4

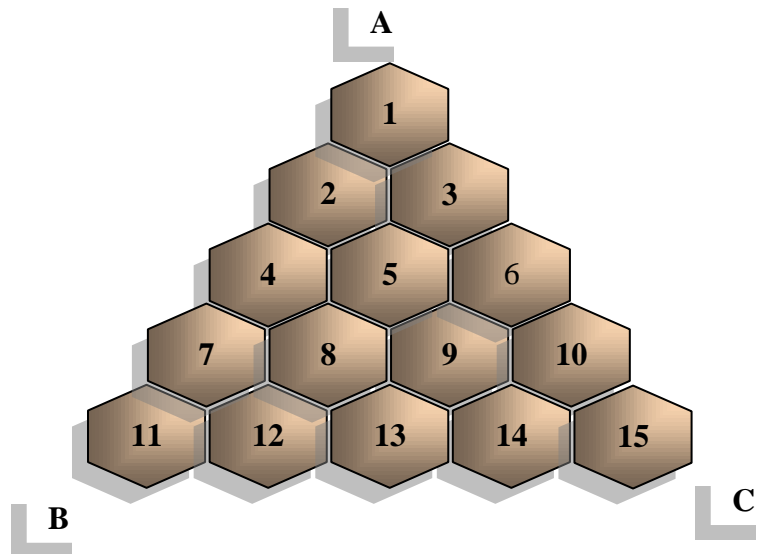
MODIFICACIONES DE FÓRMULAS PASTAS PARA TORNO

No.	COMBINACIONES GRUPO T1			
	LA PALMA	ILOBASCO		FELDESPATO
Prueba No. 6	60%	10%		30%
Mod. No. 1	50%	20%		30%
Mod. No. 2	45%	20%		35%
Prueba No. 13	40%	30%		30%
Mod. No. 1	35%	30%		35%
Mod. No. 2	35%	25%		40%
	COMBINACIONES GRUPO T2			
	LA PALMA	ILOBASCO 50%	CAOLÍN 50%	FELDESPATO
Prueba No. 9	50%	10%	10%	30%
Mod. No. 1	45%	10%	10%	35%
Mod. No. 2	35%	12.5%	12.5%	40%
Prueba No. 13	40%	15%	15%	30%
Mod. No. 1	35%	15%	15%	35%
Mod. No. 2	35%	12.5%	12.5%	40%

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.
Fuente: Equipo Investigador.

Figura No. 24: Ubicación de Porcentajes Triaxiales

Para la elaboración de pastas de gres, se desarrolló un triaxial con 15 mezclas de materiales arcillosos y cerámicos, el cual permitió desarrollar las formulaciones en base a los porcentajes que se muestran a continuación.



Fuente: Equipo Investigador.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CUADRO No. 5								
TABLA DE PORCENTAJES TRIAXIALES								
PARA FORMULACIONES DE PASTAS DE GRES								
No.	A	B	C		No.	A	B	C
1	80	10	10		8	50	30	20
2	70	20	10		9	50	20	30
3	70	10	20		10	50	10	40
4	60	30	10		11	40	50	10
5	60	20	20		12	40	40	20
6	60	10	30		13	40	30	30
7	50	40	10		14	40	20	40
					15	40	10	50

Fuente: **Equipo Investigador.**

2.2.1.2. VIDRIADOS:

Mediante el estudio preliminar, se evaluaron cubiertas vítreas correspondientes a las formulaciones de vidriado de los **Grupos No. 2, 10, 13 y 16**, (*Ver Anexo No. 5, Pág. 153*), de los cuales se retomaron algunas formulaciones de vidriados, según el criterio del equipo investigador.

Para la aplicación de cubiertas vítreas en los cuerpos de gres, se retomaron del estudio preliminar el 0.76% de una población total de 1,320 formulaciones de vidriados base; de los cuales, se utilizaron de dos a tres combinaciones de las fórmulas

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

correspondiente de los **Grupos No. 2, 10, 13 y 16**, haciendo un total de 10 formulaciones de vidriado, (*Ver Cuadro No. 6, Pág. 60*). Simultáneamente, se utilizó una formulación de vidriado transparente del Grupo No. 2 que fue constante para todas las pruebas de pastas, para constatar el coeficiente de dilatación térmica en los cuerpos de gres. A partir de la selección anterior, se procedió a la aplicación de óxidos para la obtención de vidriados de color, utilizando las formulaciones del Grupo No. 2 y 10 para su aplicación (*Ver Cuadro No. 7, Pág. 61*), haciendo un total de 24 formulaciones de vidriados de color. En síntesis, se obtuvieron un total de 34 vidriados.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CUADRO No. 6
FORMULACIONES PARA VIDRIADOS BASES
 ESTUDIO PRELIMINAR

Grupo No.	PRUEBA	FRITA	SILICE	CARBONATO DE CALCIO	OXIDO DE ZINC	CENIZA	FRITA 50% Y FELDESPATO 50%	CARBONATO DE LITIO
2	5	80%	10%	10%				
	6 con 10% FeO2	80%	20%					
	13	60%	20%	20%				
10	5	80%	10%		10%			
	7	70%			30%			
13	4 con 10% MnO2					20%	80%	
	14 con 4% MnO2		30%			10%	60%	
	14 con 10% MnO2		30%			10%	60%	
16	4						80%	20%
	11						60%	40%

Fuente: Equipo Investigador.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CUADRO No. 7
APLICACIONES DE OXIDOS
FORMULAS DE VIDRIADOS BASES
GRUPO No. 2 Y 10

No.	PRUEBA	MATERIALES			
		FRITA	SILICE	CARBONATO DE CALCIO	OXIDOS
1	2-5-1	80%	10%	10%	5% Niquel
2	2-5-2	80%	10%	10%	10% Niquel
3	2-5-3	80%	10%	10%	5% Cobalto
4	2-5-4	80%	10%	10%	10% Cobalto
5	2-5-5	80%	10%	10%	5% Manganeso
6	2-5-6	80%	10%	10%	10% Manganeso
7	2-5-7	80%	10%	10%	5% Cromo
8	2-5-8	80%	10%	10%	10% Cromo
9	2-13-1	60%	20%	20%	5% Negro 1
10	2-13-2	60%	20%	20%	10% Negro 1
11	2-13-3	60%	20%	20%	5% Negro 2
12	2-13-4	60%	20%	20%	10% Negro 2
13	2-13-5	60%	20%	20%	5% Negro 3
14	2-13-6	60%	20%	20%	10% Negro 3
		FRITA		OXIDO DE ZINC	OXIDOS
15	10-7-1	70%		30%	5% Niquel
16	10-7-2	70%		30%	10% Niquel
17	10-7-3	70%		30%	5% Cobalto
18	10-7-4	70%		30%	10% Cobalto
19	10-7-5	70%		30%	5% Manganeso
20	10-7-6	70%		30%	10% Manganeso
21	10-7-7	70%		30%	5% Cromo
22	10-7-8	70%		30%	10% Cromo
23	10-7-9	70%		30%	5% Carbonato de Manganeso
24	10-7-10	70%		30%	10% Carbonato de Manganeso

Fuente: Equipo Investigador.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

2.2.2. PROCEDIMIENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS:

En el desarrollo de la investigación, se llevaron a cabo los procedimientos y técnicas siguientes:

2.2.2.1. LABORATORIO:

En esta etapa, se desarrollaron procedimientos técnicos para el análisis de las particularidades y características de uso de las pastas de gres, mediante ensayos físico térmicos para determinar los porcentajes siguientes:

- *Agua de Plasticidad:*

Para conocer este porcentaje (*Ver Anexo No. 6, Pág. 154*), se aplicó la fórmula:

$$\text{Peso de agua} \div \text{Peso de Materiales en Seco} \times 100 = \% \text{ Agua de Plasticidad}$$

- *Encogimiento Lineal:*

Para conocer este porcentaje se midieron las tejas de ensayo en tres estados: *Plástico o húmedo, Crudo o seco* y *Cocido –bizcocho a 800° C y después de coccionadas a 1162° C (cono 2)-* (*Ver Anexo No. 7, Pág. 156*), luego se aplicaron las fórmulas siguientes:

- **% de encogimiento en bizcocho:**

$$\frac{\text{Longitud seca} - \text{Longitud cocida}}{\text{Longitud seca}} \times 100$$

Longitud seca

- **% de encogimiento total (cono 2):**

$$\frac{\text{Longitud plástica} - \text{Longitud cocida}}{\text{Longitud plástica}} \times 100 = \% \text{ de Encogimiento}$$

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

- **Absorción:** Después de sometidas las tejas de ensayo a temperatura de 1162° C, se pesaron en seco, se dejaron sumergidas en agua por el lapso de 7 días y luego se pesaron saturadas de agua (*Ver Anexo No. 8, Pág. 158*), para determinar el porcentaje de absorción mediante la fórmula:

$$\frac{\text{Peso saturación} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100 = \% \text{ de Absorción}$$

- **Aplicación de Técnicas:** Adicionalmente, se elaboraron pequeños cuerpos de gres como parte de la aplicación de todas las formulaciones de pastas en las técnicas estudiadas (torno, modelado y vaciado), para conocer las particularidades físicas de cada una de éstas.
- **Formulación de Vidriados:** Se aplicaron a las tejas de ensayo seleccionadas, las formulaciones de vidriado retomadas del estudio preliminar, para conocer el coeficiente de dilatación térmica de estos en las pastas de gres (*Ver Anexo No. 9, Pág. 160*).

2.2.2.2. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS:

Luego de los ensayos físico térmicos, los datos obtenidos se ordenaron y procesaron mediante cuadros y gráficas comparativas que facilitaron el análisis e interpretación de los resultados, mediante las técnicas siguientes:

- **Medición:** En los ensayos físico térmicos se midieron las pruebas en determinados momentos, dichas mediciones fueron utilizadas para establecer los porcentajes de: *agua de plasticidad, encogimiento y absorción*, mediante la utilización de fórmulas ya establecidas.
- **Observación:** Se observó en las diferentes etapas de laboratorio la plasticidad y consistencia; resistencia mecánica en estado húmedo, seco, bizcocho, coccionado a cono 2 y esmaltado de todas las pastas de gres.
- **Registro:** Para el reconocimiento de los datos se llenaron hojas de control de ensayos, como una guía de apoyo para posteriormente calcular los porcentajes respectivos de cada ensayo. Por otra parte, fueron fotografiados todos los procesos para tener un referente visual de las actividades realizadas a lo largo de la investigación y de esta forma ilustrar paso a paso los procedimientos experimentales.

2.2.3. INSTRUMENTOS:

Para el desarrollo del estudio se utilizaron elementos que apoyaron la investigación, los cuales fueron:

-Instrumentos de Observación y Registro: Se utilizaron como apoyo para el tratamiento de la información escrita y facilitar el análisis e interpretación de los resultados mediante hojas de control de ensayos.

-Instrumentos de Medición: Fueron los utensilios para medir los diferentes ensayos físico térmicos.

CUADRO No. 8

INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

<i>TEMPERATURA DE COCCIÓN</i>	<i>ENSAYOS FÍSICOS</i>	<i>FORMULACIÓN DE PASTAS</i>
-----------------------------------	------------------------	----------------------------------

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

<ul style="list-style-type: none"> ○ Horno eléctrico ○ Pirómetro ○ Conos Pirométricos 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Balanzas digitales y mecánicas ○ Pie de rey ○ Calculadora 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bastidor de Malla No. 50 y 60 para arcilla ○ Bastidor de Malla No. 08 para chamote
--	---	---

Fuente: Equipo Investigador.

2.3. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Al finalizar la investigación experimental, se ordenaron los datos para el análisis e interpretación de los resultados, por medio de los procesos siguientes:

2.3.1. PRESENTACIÓN DE LOS DATOS:

Al finalizar los ensayos físico térmicos practicados a todas las combinaciones de pastas de gres, los datos se ordenaron y clasificaron en cuadros comparativos que sistematizan las categorías de análisis según las características físicas requeridas por cada técnica y los porcentajes de cada ensayo (*Ver Anexo No. 10, Pág. 161*), para conocer la información de dichos cuadros, se mencionan las particularidades específicas de cada técnica estudiada, las cuales son las siguientes:

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

- *Pastas para torno y modelado:*

- En estos grupos de combinaciones, se observaron las características de plasticidad y resistencia mecánica en estado crudo, bizcocho y a cono 2.
- Se calcularon los porcentajes de agua de plasticidad, encogimiento lineal y absorción, constatando así, las particularidades físicas de cada una de las combinaciones, en los tres estados (plástico, crudo y coccionado a cono 2).

- *Pastas para vaciado:*

- En estos grupos de combinaciones, se observaron las características de consistencia y resistencia mecánica en estado crudo, bizcocho y a cono 2;
- Se calcularon los porcentajes de cantidad de agua y desfloculante requeridos para dispersar las pastas, adicionalmente se obtuvo la gravedad específica del peso de agua con relación al de la materia prima en seco.

- Se calcularon los porcentajes de encogimiento lineal y absorción, constatando así, las particularidades físicas de cada una de las combinaciones, en los tres estados (húmedo, crudo y coccionado a cono 2).
- Estas pastas se dividieron en los grupos V5 y V6, del primer grupo se obtuvieron resultados satisfactorios por los materiales implícitos, contrario al grupo V6, el cual, por la porosidad excesiva de los materiales fue difícil la elaboración de un cuerpo estable que mantuviera su propio peso por la porosidad de las pastas, por lo tanto, no se obtuvieron resultados favorables.

2.3.2. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS DE ANÁLISIS:

Para el análisis de los resultados obtenidos en los ensayos físico térmicos practicados a todos los grupos de pastas de gres, se sintetizaron los datos de los cuadros anteriormente mencionados, en gráficas de barra, las cuales proporcionan un detalle comparativo para una mejor interpretación. En dichas gráficas, se muestran los porcentajes siguientes:

- *Agua de plasticidad:* En el caso de las pastas para torno y modelado.

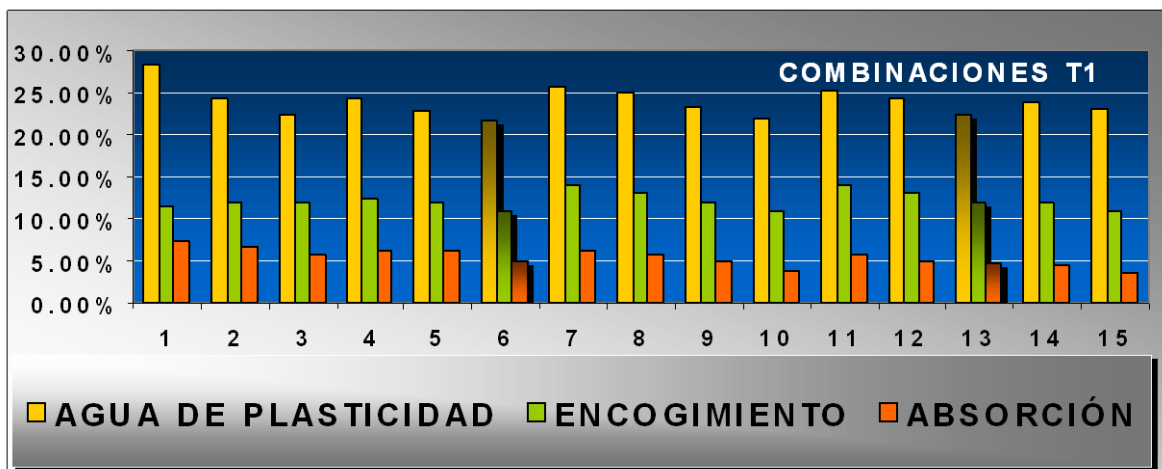
“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

- **Cantidad de agua:** Para las formulaciones de pastas para vaciado. Cabe mencionar, que ambos porcentajes son subjetivos debido a que las arcillas tienen agua implícita, es decir, en ocasiones éstas se encuentran húmedas debido al clima del momento de extracción de los yacimientos.
- **Encogimiento Lineal:** Es importante conocer el rango de encogimiento de una pasta para la elaboración de cuerpos, debe estimarse entre el 10 y 15% para mejores resultados.
- **Absorción:** Debido a las características de las de pastas de gres, el porcentaje más importante es el de la absorción, y debe oscilar abajo del 4%.

2.3.2.1. PASTAS PARA TORNO:

En las gráficas que se presentan a continuación, se encuentran los resultados obtenidos, de las 15 formulaciones de pastas para torno de los grupos T1 y T2, en éstas, se muestran los porcentajes agrupados de: *agua de plasticidad*, *encogimiento* y *absorción*, de cada combinación.

Figura No. 25: Grupo T1

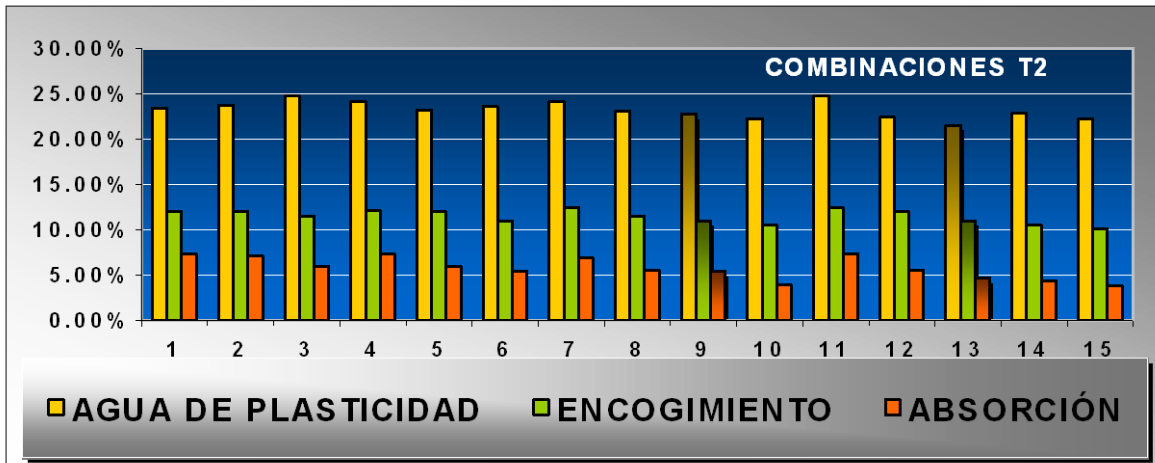


partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Fuente: Equipo Investigador.

En el grupo T1 que contiene mayor porcentaje de arcilla de Ilobasco, requiere de mayor cantidad de agua de plasticidad que las correspondientes al grupo T2; por esta misma razón, en cuanto al encogimiento, en el grupo T1 es mayor en un 2% al grupo T2 y la absorción es similar en ambos grupos. Según el criterio del equipo investigador, fueron seleccionadas las formulaciones diferenciadas, sometiendo a modificación, los porcentajes de materiales para mejorar la vitrificación de éstas.

Figura No. 26: Grupo T2



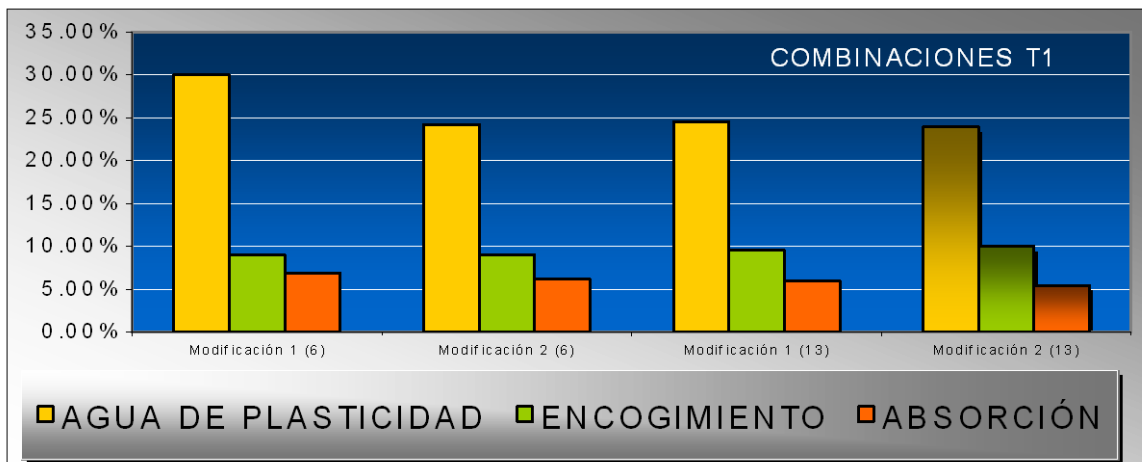
Fuente: Equipo Investigador.

2.3.2.1.1. MODIFICACIONES DE PASTAS PARA TORNO:

Para mejorar la vitrificación de las pastas para torno se sometieron a dos modificaciones por cada una: *Grupo T1 formulaciones No. 6 y 13* y *Grupo T2 formulaciones No. 9 y 13*. Se puede notar que el encogimiento es menor en un 3% a las combinaciones anteriores y la absorción aumenta en un 2%, sin embargo, se retomaron las formulaciones que se encuentran diferenciadas, para la elaboración de cuerpos de gres y aplicación de vidriados.

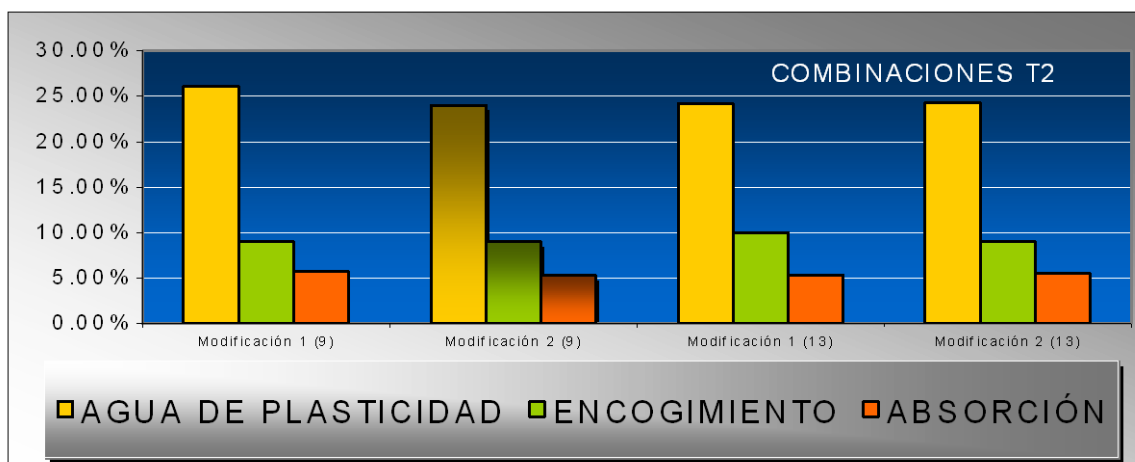
“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Figura No. 27: Modificaciones T1



Fuente: Equipo Investigador.

Figura No. 28: Modificaciones T2



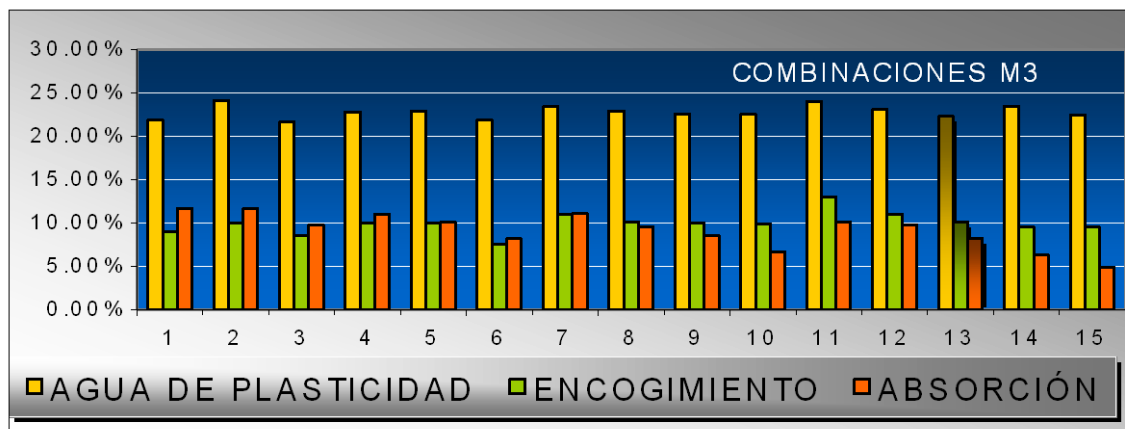
Fuente: Equipo Investigador.

2.3.2.2. PASTAS PARA MODELADO:

En las gráficas que se presentan a continuación, se encuentran los resultados obtenidos, de las 15 formulaciones de pastas para modelado de los grupos M3 y M4, en éstas, se muestran los porcentajes agrupados de: *agua de plasticidad*, *encogimiento* y *absorción*, de cada combinación.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

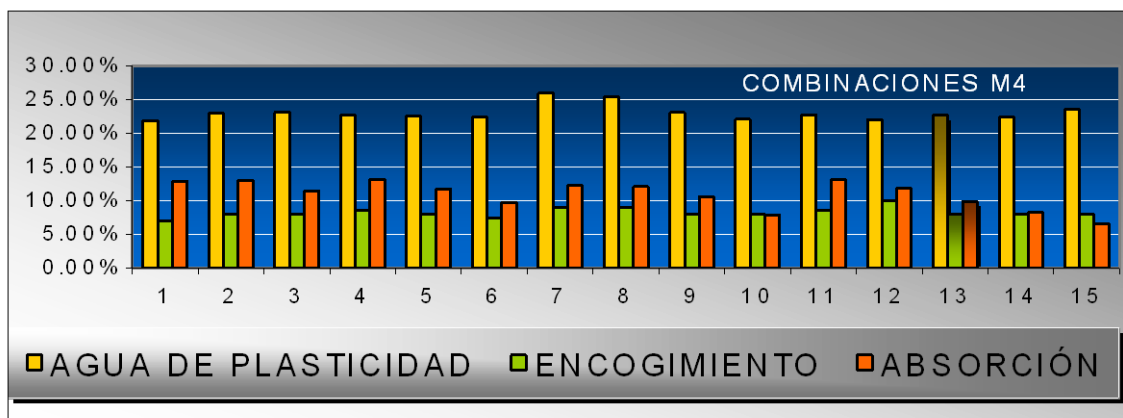
Figura No. 29: Grupo M3



Fuente: Equipo Investigador.

En estas pastas el porcentaje más importante es el de encogimiento y no el de absorción, por el agregado de chamote de 15 y 30% respectivamente en cada grupo, obsérvese el alto nivel de absorción que sobrepasa el 5% y un encogimiento favorable que no excede el 13%.

Figura No. 30: Grupo M4



Fuente: Equipo Investigador.

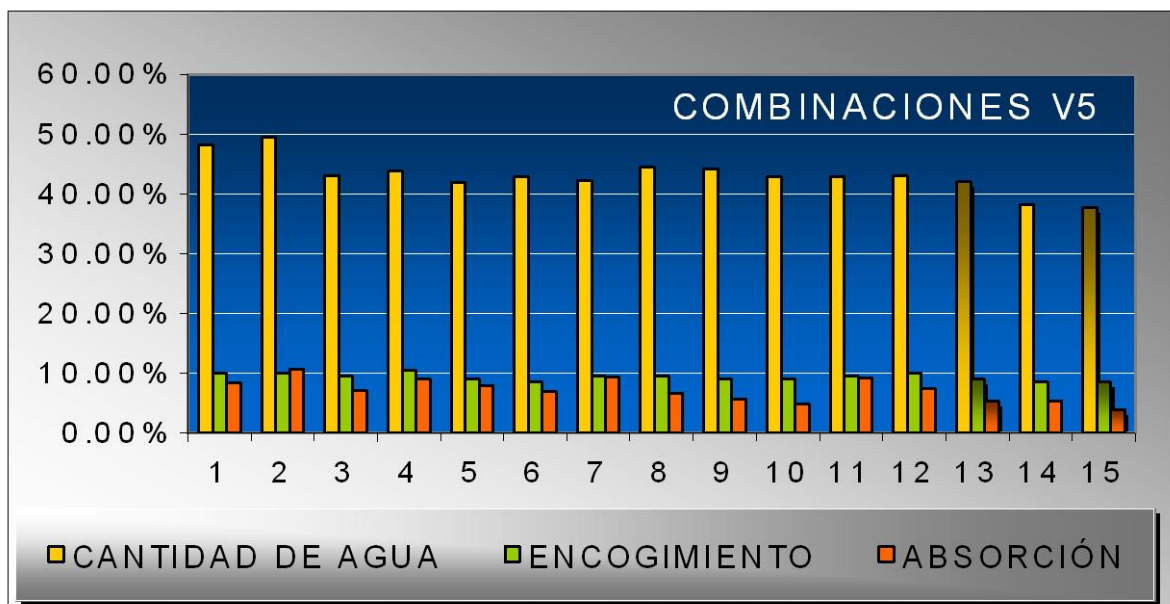
2.3.2.3. PASTAS PARA VACIADO:

En la gráfica que se presenta a continuación, se encuentran los resultados obtenidos, de las 15 formulaciones de pastas para vaciado del grupos V5, en el que se

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

muestran los porcentajes agrupados de: *cantidad de agua, encogimiento y absorción*, de cada combinación; según estos datos y el criterio del equipo investigador, las combinaciones diferenciadas (No. 13 y 15), fueron seleccionadas para la elaboración de cuerpos de gres y aplicación de vidriados, debido a su bajo nivel de absorción.

Figura No. 31: Grupo V5



Fuente: Equipo Investigador.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CAPÍTULO III:

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se presenta una articulación sobre el análisis e interpretación de los datos que se obtuvieron a lo largo de la investigación, y, partiendo de éstos, se aplicaron los resultados en la elaboración de cuerpos de gres.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

3.1. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Al finalizar todos los ensayos físico térmicos a los que fueron sometidas las formulaciones de pastas de gres, se obtuvieron resultados que permitieron conocer las particularidades físicas de dichas pastas, definiéndose así, una utilización específica en cuanto a los procedimientos técnicos de: *torno*, *modelado* y *vaciado*. Adicionalmente, se relaciona el resultado de los vidriados del estudio preliminar con la aplicación de óxidos para la formulación de cubiertas vítreas de color, además, conocer el coeficiente de dilatación térmica de estos en las pastas de gres.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

PASTAS

3.1.1. PASTAS DE GRES

Para la elaboración de cuerpos de gres se formularon pastas que se sometieron a ensayos físico térmicos para evaluar dos aspectos fundamentales: *encogimiento* y *absorción*, tomando en cuenta que para la determinación de una pasta de gres -sobre todo para producto utilitario de mesa-, se basa en el porcentaje mínimo de absorción y un encogimiento entre el 10 y 15%.

Las pastas están divididas según las técnicas estudiadas las cuales se describen a continuación.

3.1.1.1. PASTAS DE GRES PARA TORNO

Para la formulación de pastas para torno, se consideraron aspectos importantes como densidad y plasticidad, por lo tanto, éstas se elaboraron con arcillas locales sedimentarias y de tipo refractario con un agregado de material industrial vitrificante. Para la investigación se definieron dos grupos de combinaciones denominados como T1 y T2 utilizando los materiales siguientes:

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

- **A: La Palma:** Como arcilla base para ambas combinaciones (T1 y T2). Esta es una arcilla de tipo sedimentaria con plasticidad moderada por sus características refractarias, la cual permite elevar la temperatura de cocción a 1162° C, sin deformaciones.
- **B1: Ilobasco:** Esta arcilla se utilizó como sustituto de ballclay, lo cual proporcionó plasticidad y se utilizó en ambas combinaciones.
- **B2: Caolín:** Este material de tipo industrial, se utilizó como material antiplástico en las combinaciones T2, con relación a la arcilla de Ilobasco, conformando una mezcla del 50% con cada uno.
- **C: Feldespato:** Este material industrial, se utilizó como liga para bajar el punto de vitrificación de las pastas.

Para la sistematización de los resultados obtenidos se elaboraron cuadros en los que se presentan los porcentajes de encogimiento lineal y absorción, además, en éstos se muestran figuras de la ubicación de porcentajes y las valoraciones de cada resultado, en los cuadros siguientes.

CUADRO No. 9
ENCOGIMIENTO LINEAL Y ABSORCIÓN
GRUPO T1

(Ver Cuadros Anexos en Excel)

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CUADRO No. 10
ENCOGIMIENTO LINEAL Y ABSORCIÓN
GRUPO T2

(Ver Cuadros Anexos en Excel)

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Para constatar las particularidades físicas de las combinaciones T1 y T2, se elaboraron pequeños cuerpos de gres en la técnica de torno (Ver Anexo No. 11, Pág. 166), permitiendo así, conocer el comportamiento real de cada una de las formulaciones en la práctica cerámica.

Figura No. 32: Cuerpos de Gres (Grupo T1)
Figura No. 33: Cuerpos de Gres (Grupo T2)



Fuente: Equipo Investigador

Los resultados obtenidos indican que a mayores porcentajes de arcilla de Ilobasco (en un 40%), aumenta considerablemente la plasticidad y resistencia mecánica,

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

pero al mismo tiempo el porcentaje de encogimiento; por otra parte, las proporciones altas de Feldespato (más del 40%), presentan menos porcentaje de absorción y encogimiento, pero incide en la plasticidad de las pastas dando como resultado deformaciones y leves agrietamientos como en las formulaciones No. 10, 14 y 15; por la excesiva porosidad de las mismas, lo que no permite el estiramiento adecuado que se requiere para esta técnica.

Luego de las valoraciones de los resultados obtenidos, se escogieron las formulaciones que tuvieron mejores índices de encogimiento y absorción, para el caso, se sometieron a ensayos físico térmicos las formulaciones No. **6 y 13** del Grupo **T1** y las No. **9 y 13** del Grupo **T2**, éstas se reformularon para la obtención de una pasta plástica con una buena vitrificación variando las proporciones de Feldespato entre el 30 y 40% para disminuir el porcentaje de absorción, sin embargo, en estos ensayos se utilizaron las arcillas locales sin tamizar, lo que incidió notablemente en el aumento de la absorción y una disminución en el porcentaje de encogimiento, esto, producto del chamote natural implícito en las pastas, por lo tanto, se procedió a escoger aquellas formulaciones que presentaron el porcentaje más bajo de absorción, deduciéndose así, el resultado anterior con las modificaciones.

Para la sistematización de los resultados obtenidos en éstas modificaciones, se elaboraron cuadros individuales en los que se presentan los porcentajes comparativos de encogimiento lineal y absorción, además, en éstos se muestran las ubicaciones de las combinaciones sometidas a modificación en la muestra total.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CUADRO No. 11
ENCOGIMIENTO LINEAL
MODIFICACIONES GRUPO T1

(Ver Cuadros Anexos en Excel)

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CUADRO No. 12
ABSORCIÓN
MODIFICACIONES GRUPO T1

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

(Ver Cuadros Anexos en Excel)

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CUADRO No. 13
ENCOGIMIENTO LINEAL
MODIFICACIONES GRUPO T2

(Ver Cuadros Anexos en Excel)

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CUADRO No. 14
ABSORCIÓN
MODIFICACIONES GRUPO T2

(Ver Cuadros Anexos en Excel)

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

De igual manera, para constatar las particularidades físicas de las modificaciones practicadas a las combinaciones de los grupos T1 y T2, se elaboraron pequeños cuerpos de gres en la técnica de torno que permitieron así, conocer el comportamiento real de cada una de las formulaciones en la elaboración de cuerpos de gres.

Figura No. 34: Cuerpos de Gres
(Modificaciones Grupo T1)



Figura No. 35: Cuerpos de Gres
(Modificaciones Grupo T2)



Fuente: Equipo Investigador.

En síntesis, se escogieron las formulaciones que reunían las características de bajo nivel de absorción y encogimiento moderado, las cuales fueron: **T1-13 Modificación No. 2** y **T2-9 Modificación No. 2** para la elaboración de cuerpos torneados y la aplicación de vidriados.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

3.1.1.2. PASTAS DE GRES PARA MODELADO

Para la formulación de pastas para modelado son importantes dos elementos: *plasticidad* que facilite la manipulación de éstas y la *utilización de chamote* para proporcionar resistencia a los cuerpos de gres durante el proceso de elaboración, contracción en el secado y la cocción, por lo tanto, éstas se elaboraron con los mismos materiales de las combinaciones del grupo T1; estas combinaciones se dividen en dos grupos:

- **M3** con un agregado adicional de chamote mediano del 15%, y
- **M4** con un agregado adicional de chamote mediano del 30%.

Para la sistematización de los resultados obtenidos se elaboraron cuadros en los que se presentan los porcentajes de encogimiento lineal y absorción, además, en éstos se muestran figuras de la ubicación de porcentajes y las valoraciones de cada resultado, en los cuadros siguientes:

Grupo M3:

- Encogimiento Lineal y Absorción (*Cuadro No. 15, Pág. 92*)

Grupo M4:

- Encogimiento Lineal y Absorción (*Cuadro No. 16, Pág. 93*).

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CUADRO No. 15
ENCOGIMIENTO LINEAL Y ABSORCIÓN
GRUPO M3

(Ver Cuadros Anexos en Excel)

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CUADRO No. 16
ENCOGIMIENTO LINEAL Y ABSORCIÓN
GRUPO M4

(Ver Cuadros Anexos en Excel

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Para constatar las particularidades físicas de las combinaciones M3 y M4, se elaboraron pequeños cuerpos de gres en la técnica de modelado (*Ver Anexo No. 12, Pág. 172*), permitiendo así, conocer el comportamiento real de cada una de las formulaciones en la práctica.



(Grupo M3)



Figura No. 37: Cuerpos de Gres (Grupo M4)

Figura No. 36: Cuerpos de Gres

Fuente: Equipo Investigador.

En síntesis, se considera que las posiciones más idóneas para la elaboración de cuerpos de gres para ambos grupos, son las combinaciones No. 6 y 13, las cuales no presentaron deformaciones y el rango de encogimiento es entre el 7 y 10% y su absorción oscila sobre el 8%, ya que hay un balance entre plasticidad y vitrificación, se escogió la formulación No. 13 para la aplicación de vidriados y la elaboración de cuerpos de gres; cabe mencionar, que las formulaciones No. 10, 14 y 15 no son buenas para la elaboración de cuerpos modelados debido a su alto contenido de Feldespato.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

3.1.1.3. PASTAS DE GRES PARA VACIADO

Para la formulación de pastas para vaciado es muy importante que contengan un balance adecuado entre arcillas y materiales poco plásticos para que facilite la suspensión fluida de las partículas y que el índice de deformación y contracción sea mínimo, para esta técnica se designaron dos grupos V5 y V6, los cuales contenían los materiales siguientes:

Grupo V5: A: La Palma
B: Caolín
C: Feldespato

Grupo V6: A: La Palma
B: Sílice
C: Feldespato

Debido a los materiales utilizados en el grupo V6, no se obtuvieron resultados satisfactorios, aunque, todas las formulaciones se desflocularon sin dificultad, la ausencia de plasticidad no permitió la elaboración de un cuerpo vaciado resistente a la deformación, sin embargo, en el grupo V5 se obtuvieron resultados satisfactorios.

Para la sistematización y comprensión de los resultados obtenidos del grupo V5 se presentan los porcentajes de encogimiento lineal y absorción, en el cuadro siguiente.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CUADRO No. 17
ENCOGIMIENTO LINEAL Y ABSORCIÓN
GRUPO V5

(Ver Cuadros Anexos en Excel)

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Para constatar las particularidades físicas de las combinaciones V5 y V6, se elaboraron pequeños cuerpos de gres en la técnica de vaciado (*Ver Anexo No. 13, Pág. 174*), permitiendo así, conocer el comportamiento de cada una de las combinaciones.

Figura No. 38: Cuerpos de Gres (Grupo V5)



Figura No.



39: Cuerpos de Gres (Grupo V6)

Fuente: Equipo Investigador

Luego de la aplicación de la técnica, se infirió que la combinación entre arcilla de La Palma, Sílice y Feldespato (Grupo V6), no son aptas para la elaboración de pastas para vaciado debido a la ausencia de plasticidad (sobre todo en las formulaciones entre la No. 7 y 15), la cual, no permite que tengan buena resistencia a la deformación, por lo tanto, las formulaciones del grupo V5 se pueden utilizar para la elaboración de cuerpos vaciados; pero cabe mencionar, que el grosor de la pieza no debe exceder los 5 mm., si sobrepasa este rango tiende a fracturarse y si la consistencia es muy espesa, se debe batir muy bien antes de utilizarse, para que no haya burbujas inmersas en la pasta, debido a

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

estas posibilidades, las formulaciones No. 6 y 10 de dicho grupo se fracturaron después de la extracción de los moldes.

En síntesis, se considera que las posiciones más idóneas para la elaboración de cuerpos de gres son las formulaciones del grupo V5 No. 13 y 15, las cuales no presentaron deformaciones y el rango de encogimiento es sobre el 8% y su absorción oscila sobre el 4%, por lo tanto, se escogieron estas combinación para la aplicación de vidriados y para la elaboración de cuerpos de gres se utilizo la formulación No. 15.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

VIDRIADOS

3.1.2. VIDRIADOS

Los resultados que se obtuvieron fueron satisfactorios en cuanto al coeficiente de dilatación térmica de las pastas con los vidriados, sin embargo, los resultados variaron debido a los componentes de las pastas de esta investigación con las utilizadas en el estudio preliminar. Para estas pruebas se utilizaron las pastas de gres siguientes:

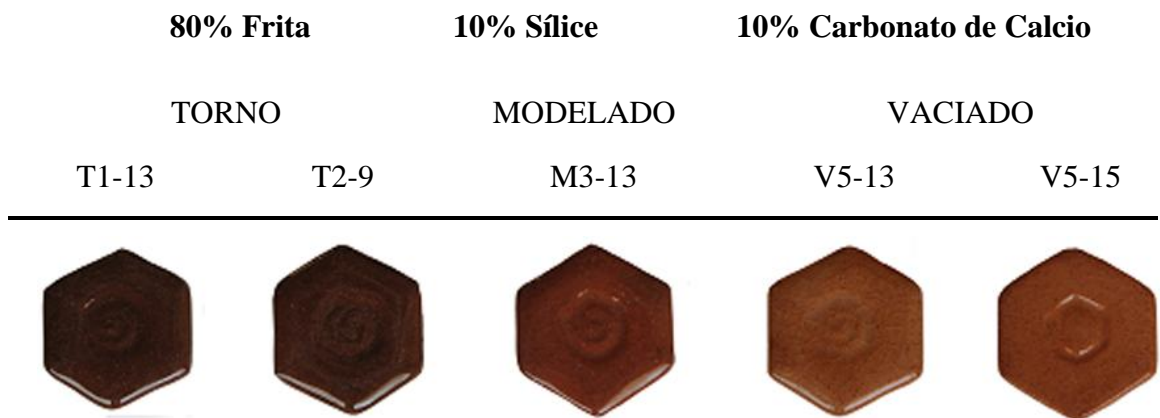
- *TORNO*: Combinaciones T1- 13 (modificación 2) y T2- 9 (modificación 2)
- *MODELADO*: Combinación M3- 13
- *VACIADO*: Combinaciones V5- 13 y V5- 15.

Los vidriados sometidos a estudio fueron 34, divididos en cuatro grupos según el estudio preliminar, los resultados fueron favorables pero algunos estuvieron sujetos a diferenciaciones debido a mala aplicación, variaciones en la temperatura de cocción y exceso de agua de mezcla..

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

1. GRUPO NO. 2: Se retomaron las formulaciones siguientes:

Figura No. 40: Formulación No. 5



Fuente: Equipo Investigador.

Figura No. 41: Formulación No. 6 con 10% de Hierro (Fe O2)

80% Frita	20% Sílice
-----------	------------

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.



Los resultados son muy similares a los del estudio preliminar (*Ver Anexo No. 14, Pág. 181*), sin embargo, por los materiales que componen estas pastas, es notable la disminución de tonalidades desde las pastas de torno a las de vaciado, ya que las primeras contienen un porcentaje mayor de arcilla de Ilobasco.

Particularmente, se utilizó la formulación No. 13 como vidriado transparente aplicándolo a todas las pastas de gres, sin embargo los resultados fueron variables:

Figura No. 42: Formulación No. 13

60% Frita	20% Sílice	20% Carbonato de Calcio
TORNO		
T1		T2

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.



Modificaciones T1



Modificaciones T2

6-1

6-2

9-1

9-2



13-1

13-2

13-1

13-2



60% Frita

20% Sílice

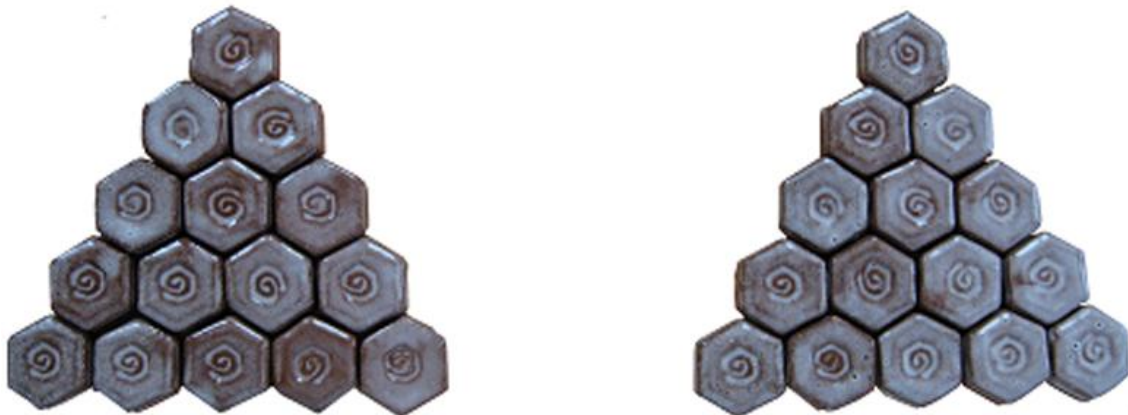
20% Carbonato de Calcio

MODELADO

M3

M4

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.



VACIADO (V5)




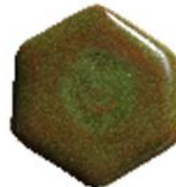
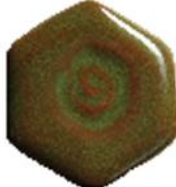








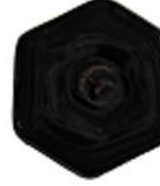








Fuente: Equipo Investigador.

En esta formulación es notable la diferencia con los resultados del estudio preliminar, ya que el exceso de agua marca la diferencia entre las pastas de torno y modelado; con las de vaciado y las modificaciones de torno, el resultado es muy bueno, ya que se puede utilizar como base o como blanco traslúcido mate. Adicionalmente, a las formulaciones No. 5 y 13 se agregaron óxidos para conocer diferentes posibilidades de coloraciones, utilizando 5 y 10% de cada óxido.

Figura No. 43: Formulación No. 5 (con Óxidos)

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

80% Frita		10% Sílice	10% Carbonato de Calcio		
TORNO		MODELADO	VACIADO		
T1-13	T2-9	M3-13	V5-13	V5-15	
1. 5% Níquel:					
					
2. 10% Níquel:					
					
3. 5% Cobalto:					
					
4. 10% Cobalto:					
					

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Cobalto: Para la utilización de este óxido no es necesario más del 5% ya que colorea muy bien el vidriado y si se excede de este porcentaje se vuelve negro, en ambas aplicaciones es brillante.

TORNO		MODELADO	VACIADO	
T1-13	T2-9	M3-13	V5-13	V5-15

5. 5% Manganeso:



6. 10% Manganeso:



Manganeso: Con 5% es traslúcido brillante y con 10% es mas intensa la tonalidad marrón y se mantiene brillante.

7. 5% Cromo:



8. 10% Cromo:



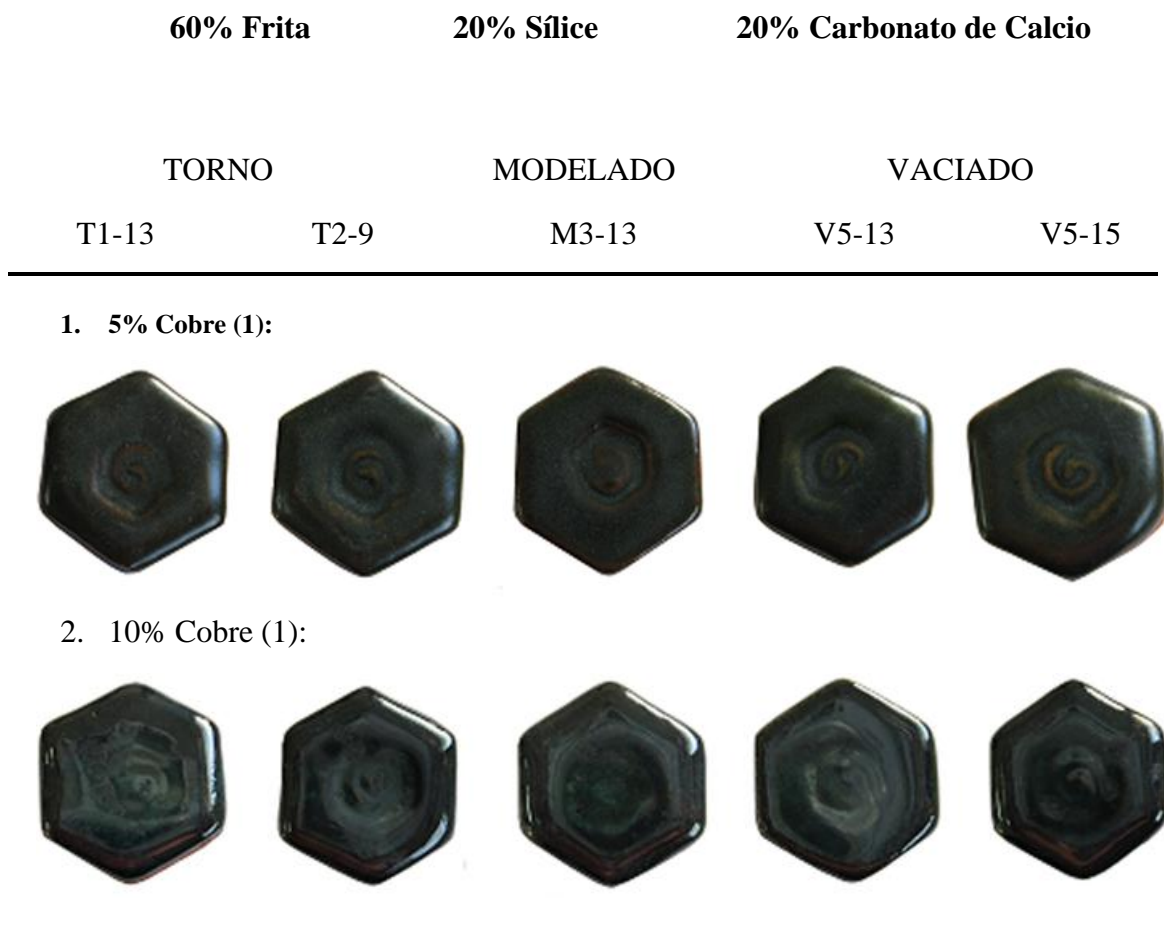
Pruebas de la Compañía de Cerámicas Azules y Blancas Industriales”.

Cromo: Por ser un óxido estable la coloración no varía mucho y se mantiene intensa y semi brillante en color verde oscuro.

Fuente: Equipo Investigador.

En la formulación No. 13 se utilizaron tres tipos de Cobre y se puede notar una semejanza entre todas las pruebas, manteniéndose la constante en el 5% con una apariencia semi brillante con tonalidades ligeramente verdes, particularmente con las aplicaciones del 10% el resultado varía según el tipo:

Figura No. 44: Formulación No. 13 (con Cobre)



“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Cobre No. 1: Metálico.

TORNO		MODELADO	VACIADO	
T1-13	T2-9	M3-13	V5-13	V5-15

3. 5% Cobre (2):



4. 10% Cobre (2):



Cobre No. 2: Semi brillante.

5. 5% Cobre (3):



6. 10% Cobre (3):



“
P
L

Cobre No. 3: Brillante traslúcido.

Fuente: Equipo Investigador.

2. GRUPO No. 10: De este grupo se retomaron las formulaciones siguientes:

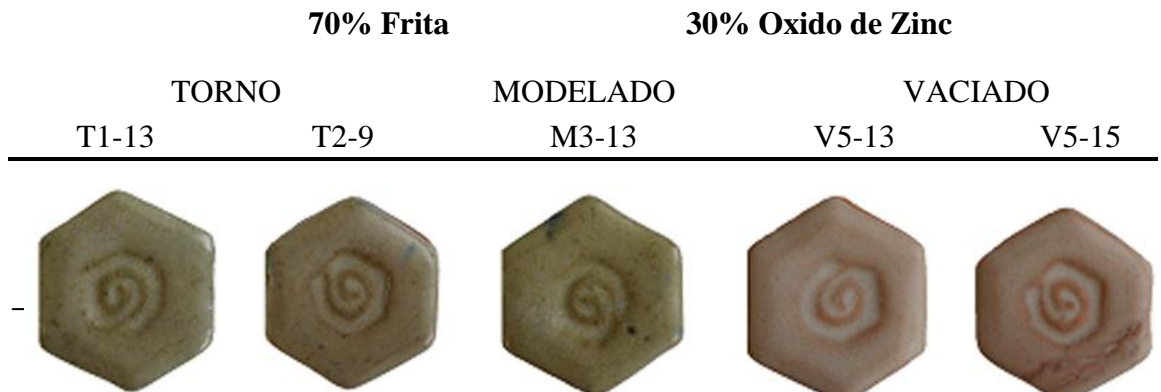
Figura No. 45: Formulación No. 5



Fuente: Equipo Investigador.

Por tratarse de un vidriado transparente, deja al descubierto la coloración natural de cada pasta, es evidente la presencia de arcilla de Ilobasco.

Figura No. 46: Formulación No. 7



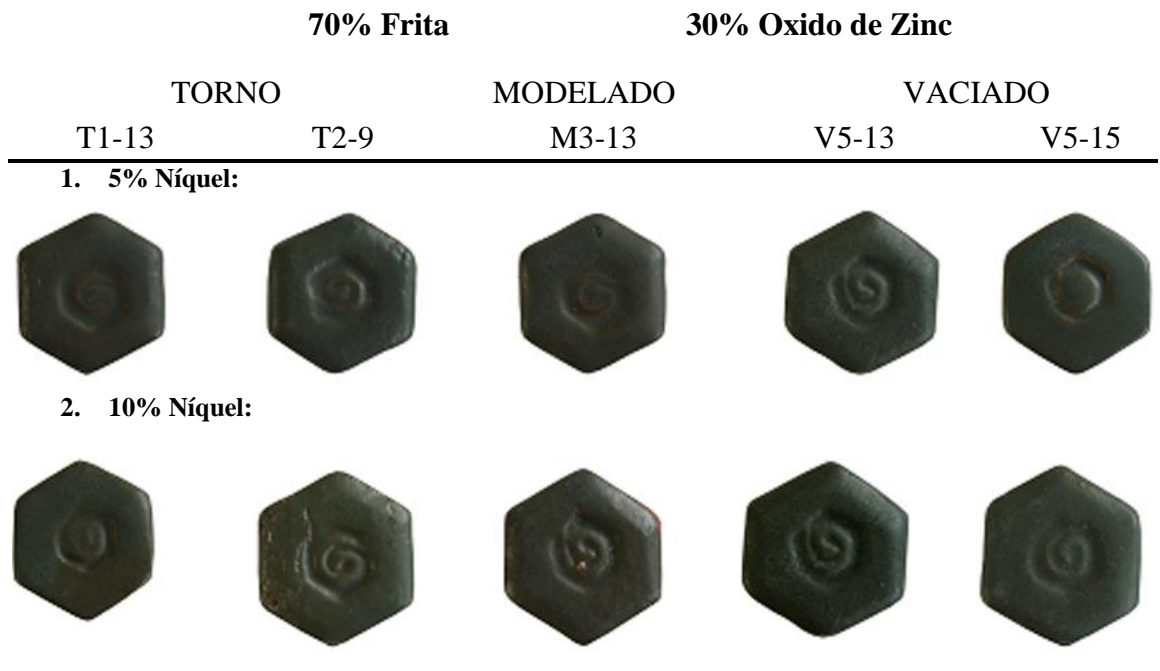
partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Fuente: Equipo Investigador.

Los resultados son muy similares a los del estudio preliminar (*Ver Anexo No. 15, Pág. 182*), pero obsérvese la diferencia de tonalidad, en las pastas para vaciado es más traslúcido y mate con tonalidades blancas a diferencia de las de torno y modelado que son ligeramente beige y mas satinadas, debido a la coloración de las pastas por los materiales que las componen.

Seguidamente, se aplicaron 5 y 10% de óxidos a la formulación No. 7, por la utilización de Oxido de Zinc que es un opacificador, los resultados son vidriados mate.

Figura No. 47: Formulación No. 7 con Óxidos



“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Níquel: En ambos porcentajes se mantiene en un verde oscuro.

TORNO		MODELADO	VACIADO	
T1-13	T2-9	M3-13	V5-13	V5-15

3. 5% Cobalto:



4. 10% Cobalto:



Cobalto: En un 5% es azul oscuro y con el 10% se vuelve más oscuro.

5. 5% Manganeso:



“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

6. 10% Manganeso:

Manganeso: En un 5% es café claro y con 10% se vuelve más oscuro, el manganeso crea un efecto de salpicaduras en la superficie.



7. 5% Cromo:



8. 10% Cromo:



Cromo: Aunque es un óxido estable en su característico color verde, en composición con el óxido de Zinc se vuelve café.

9. 5% Carbonato de Manganeso:

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.



10. 10% Carbonato de Manganeso:








Carbonato de Manganeso: Este resultado es muy similar al del oxido de Manganeso, pero es menos intenso.

Fuente: Equipo Investigador.

3. GRUPO No. 13: Estas formulaciones de vidriados fueron retomadas de las aplicaciones de vidriados transparentes base con Manganeso (*Ver Anexo No. 16, Pág. 183*), dichas formulaciones son la No. 4 y 14 con 10% y la No. 14 con 4%.

Figura No. 48: Formulación No. 4 con 10% de Manganeso (Mn O2)

40% Frita		40% Feldespato	20% Ceniza	
TORNO		MODELADO	VACIADO	
T1-13	T2-9	M3-13	V5-13	V5-15
				

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

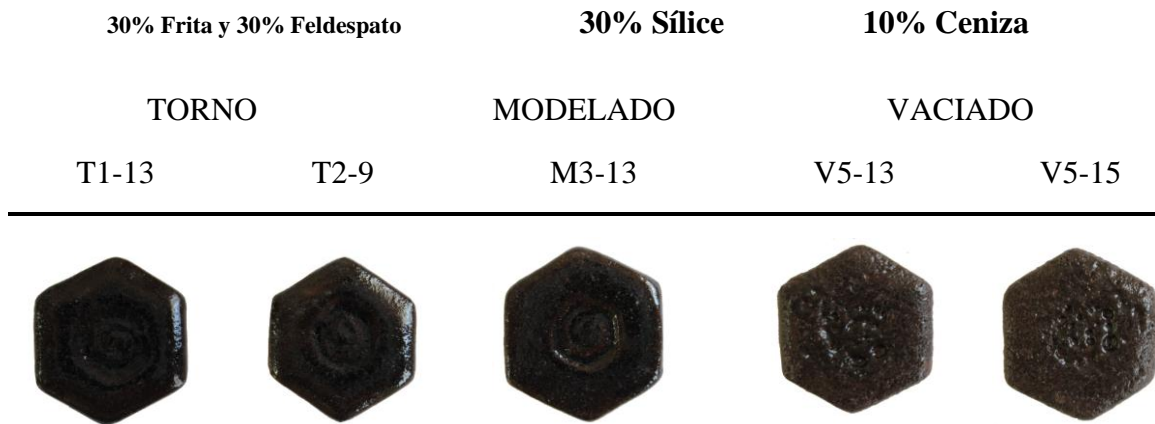
Fuente: Equipo Investigador.

Figura No. 49: Formulación No. 14 con 4% de Manganeso (Mn O2)



Fuente: Equipo Investigador.

Figura No. 50: Formulación No. 14 con 10% de Manganeso (Mn O2)



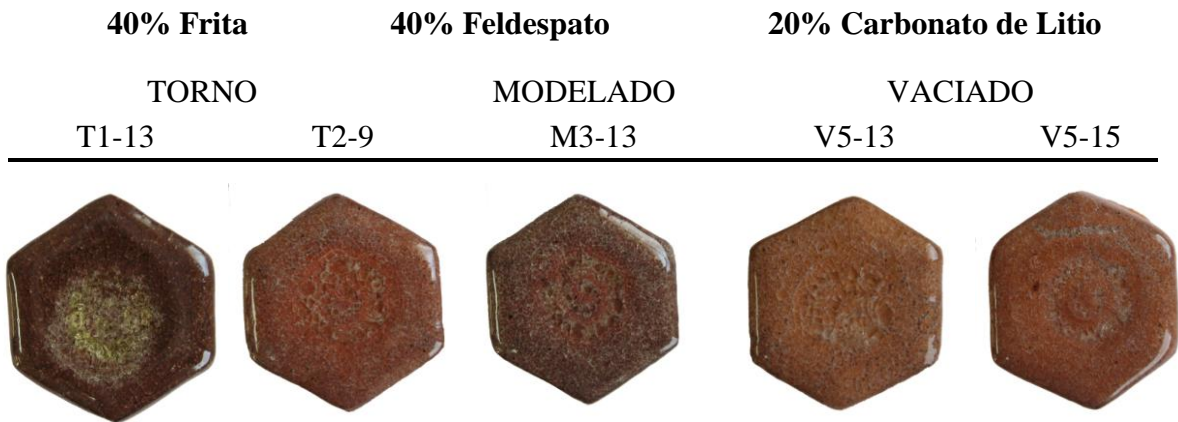
Fuente: Equipo Investigador.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Los resultados obtenidos se diferencian mucho con los del estudio preliminar, obsérvese las diferencias entre las pastas de vaciado con las de torno y modelado, en la formulación No. 14 con ambos porcentajes, son rugosos y burbujeados, debido a mala aplicación o por los materiales que componen estas pastas.

4. GRUPO No. 16: Las formulaciones retomadas de este grupo fueron las siguientes:

Figura No. 51: Formulación No. 4

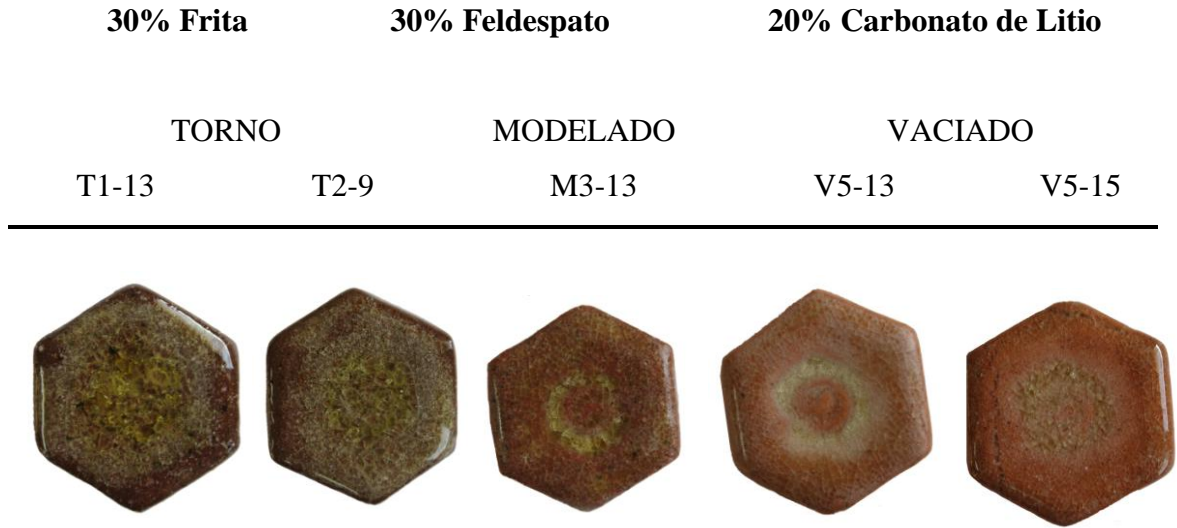


Fuente: Equipo Investigador.

Estos vidriados variaron mucho con relación al estudio preliminar (*Ver Anexo No. 17, Pág. 184*); debido a la combinación de tres fundentes (Carbonato de Litio, Feldespato y Frita) hay craquelado evidente y en algunas áreas donde se concentra el vidriado se observan coloraciones verdes por la presencia del Litio conjugado con el hierro implícito en las arcillas utilizadas, sobre todo en las pastas para torno que contienen mayor porcentaje de arcilla de Ilobasco.

Figura No. 52: Formulación No. 11

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.



Fuente: Equipo Investigador.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

APLICACIÓN DEL ESTUDIO

3.2. APLICACIÓN DEL ESTUDIO

Después de la ejecución del estudio y la obtención de resultados, se procedió a la aplicación de éstos en la elaboración de cuerpos de gres a partir de los procesos técnicos de torno, modelado y vaciado; se elaboraron dos tipos de producto: utilitario y artístico

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

para demostrar las posibilidades técnicas que permiten estas pastas. A partir de una conceptualización subjetiva de los objetos para demostrar la aplicación de dicho estudio.

3.2.1. PRODUCTO UTILITARIO

En la elaboración de cuerpos de gres de tipo utilitario, se hizo un estudio individual de la forma según la creatividad de los integrantes del equipo investigador, y se llevaron a cabo mediante las técnicas estudiadas.

TÉCNICA DE TORNO

Figura No. 53: Boceto de Platos



- **CUERPO:** Set de 4 platos.
- **AUTOR:** Lourdes Calero.
- **ESTUDIO DE LA FORMA:** Juego de platos redondos para cuatro personas, con decoraciones

**o para la Elaboración de Cuerpos de Gres a
ización de Arcillas Locales y Materiales**

curvas esgrafiadas y esmaltadas con vidriado azul y superficie bruñida.

Figura No. 54: Set de Platos

Fuente:

25

13-2,



Equipo Investigador.

○ **DIMENSIONES:**

cm.

○ **PASTA:**

Modificación de formulación No. Grupo T1.

○ **ACABADOS:**

Bruñido y texturizado esmaltado con vidriado azul

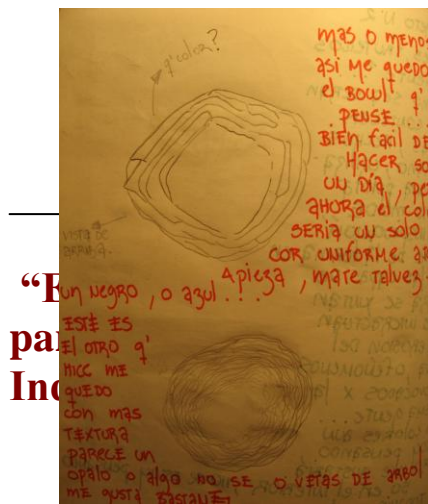
(Formulación No. 5 del Grupo No. 2 con 5% de Cobalto (Ver Fig. No. 43, Pág. 104)).

Fuente: Equipo Investigador.

TÉCNICA DE MODELADO

Figura No. 55: Boceto de Centro de Mesa

○ **CUERPO:** Frutero o Centro de Mesa.



para la Elaboración de Cuerpos de Gres a base de Arcillas Locales y Materiales

- **AUTOR:** Mauricio Kabistán.
- **ESTUDIO DE LA FORMA:** Para contener frutas u objetos diversos, hechos con lascas y rollos utilizando como molde la parte de abajo de una olla de cerámica, está inspirado en la forma de las capas de tierra que se juntan e interactúan por la erosión del agua o fenómenos provocados por la misma gente.

Fuente: Equipo Investigador.

Figura No. 56: Centro de Mesa



Fuente: Equipo Investigador.

- **DIMENSIONES:** 35 cm.
- **PASTA:** Formulación No. 13, Grupo M3.
- **ACABADOS:** Esmaltado con vidriado traslúcido craquelado (Formulación 11 del Grupo No. 16 (Ver Fig. No. 52, Pág. 114)).

TÉCNICA DE VACIADO



Figura No. 57: Boceto de Boles para Postre

**Para la Elaboración de Cuerpos de Gres a
ción de Arcillas Locales y Materiales**

- **CUERPO:** Set de 3 recipientes para postre.
- **AUTOR:** Lourdes Calero.
- **ESTUDIO DE LA FORMA:** Juego de tres boles para postres, esmaltados con vidriado verde.

Fuente: Equipo Investigador.

Figura No. 58: Set de Boles para Postre

- **DIMENSIONES:** 12 cm.
- **PASTA:** Formulación No. 13, Grupo V5 (con 30% Ballclay).
- **ACABADOS:** Esmaltado con vidriado verde (Formulación No. 5 del Grupo No. 2 con 10% de Níquel (*Ver Fig. No. 43, Pág. 104*)), y base con pasta sin esmalte.



Fuente: Equipo Investigador.

3.2.2. PRODUCTO ARTÍSTICO

En la elaboración de cuerpos de gres de tipo artístico, se hizo un estudio individual de la forma según la creatividad de los integrantes del equipo investigador, en una temática y técnica libre; se llevaron a cabo mediante las técnicas estudiadas

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

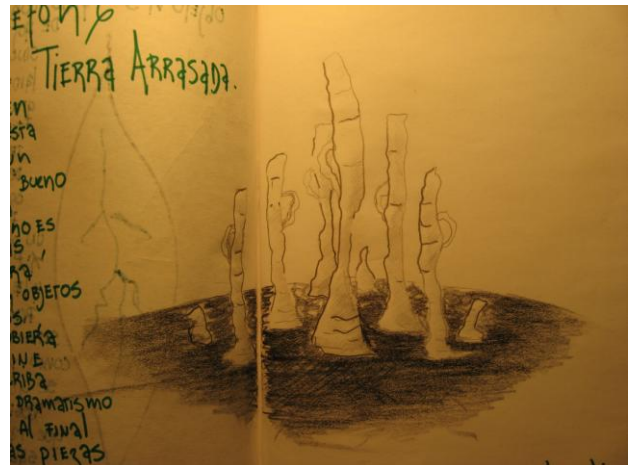
TÉCNICA DE TORNO

- **CUERPO:** Cilindros deformados intencionalmente.
- **SERIE:** NS Naturaleza Salvadoreña.
- **AUTOR:** Mauricio Kabistán.

CONCEPTUALIZACIÓN: Tierra arrasada, nombre apelativo a una de las formas más crueles y sin sentido de jugar a la guerra que se dio en el pasado de este país, referido a la masacre del Mozote y zonas aledañas, la serie de objetos manufacturados serán formas cilíndricas de alturas variables semejante a la milpa recién cortada, la obra será una instalación circular en el piso, sobre una capa de tierra y objetos varios quemados, representando, la dinámica

de la quema y siembra anual de la cosecha, pero el objetivo no es el nacimiento de nueva vida, sino la falta de esta y la germinación de mala hierba como representación del resentimiento gradual y paulatino que no desaparece aunque ésta sea cortada una y otra vez.

Figura No. 59: Boceto Tierra Arrasada



Fuente: Equipo Investigador.

- **TITULO:** Tierra Arrasada.
- **DIMENSIONES:** Variables.
- **PASTA:** Modificación de Combinación 13 No. 2, Grupo T1.
- **ACABADOS:** En frío con materia orgánica. Pasta sin esmalte.

Figura No. 60: Cilindros Deformados



“E
par
Inc

Fuente: Equipo Investigador.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

TÉCNICA DE MODELADO

- **CUERPO:** Terracota Figurativa.
- **SERIE:** Expedientes AX.
- **AUTOR:** Lourdes Calero.

Figura No. 61: Boceto Terracota

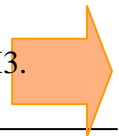
CONCEPTUALIZACIÓN:

Personaje vinculado con esta temática, la cual conjuga el nombre “Eleonora con Anorexia”, en ella se expresa la inestabilidad física y emocional por la que pasan las personas que sufren este mal endémico, por eso, la fragmentación de la figura pronuncia esta situación, además el agregado de un elemento significativo: el zipper en la boca, enfoca la voluntad de la persona, con esto se pretende crear esa sensación de obsesión compulsiva hacia la comida.



Fuente: Equipo Investigador.

- **TITULO:** Ele-anorexia.
- **DIMENSIONES:** Variables
- **PASTA:** Combinación 13, Grupo M3.
- **ACABADOS:** Sin esmaltar.



“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Figura No. 62: Terracota



“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

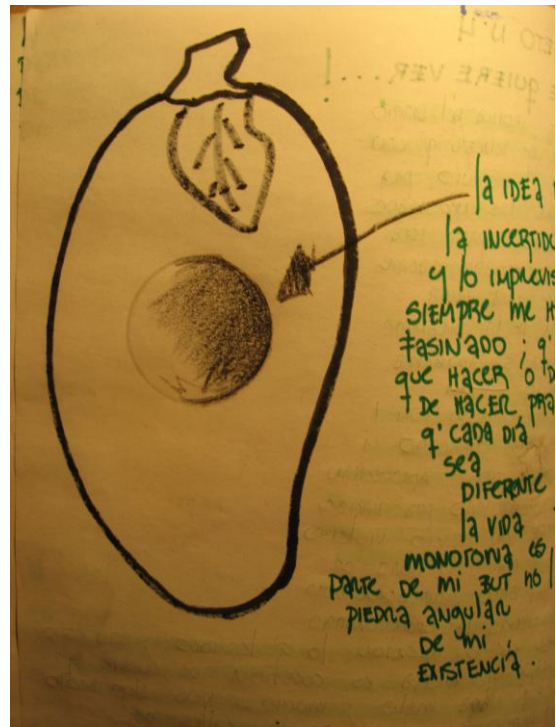
Fuente: Equipo Investigador.

TÉCNICA DE VACIADO

- **CUERPO:** Figurativo.
- **SERIE:** NS Naturaleza Salvadoreña.
- **AUTOR:** Mauricio Kabistán.

CONCEPTUALIZACIÓN: Humor, ironía del diario trajín de tratar de conseguir el sustento para sufragar las necesidades alimenticias, para esta pieza he pensado sacar en serie una fruta popular de la pirámide alimenticia salvadoreña, un mango, aprovechando el agujero para vaciar, meteré un objeto violento o lúdico en cada mango para que así a la hora que el público agarre uno de estos objetos, tenga la oportunidad de ver en su interior lo que le tocó, con esto enfatizo la idea de la incertidumbre y lo imprevisible enfocado en la suerte, aspecto fundamental a considerar cada vez que se realiza un recorrido por las calles de San Salvador.

Figura No. 63: Boceto de Mangos



Fuente: Equipo Investigador.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.



“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

CONCLUSIONES

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

Al finalizar esta investigación se puede concluir en base a las interrogantes de control planteadas durante la formulación del problema (*Ver Anexo No. 1, Pág.141*), lo siguiente:

- Los resultados obtenidos en este estudio, demuestran que se pueden retomar datos específicos del estudio preliminar y adaptarlos en la formulación de pastas de gres para mediana temperatura, que son aplicables en la elaboración de productos de cerámica fina.
- Las materias primas locales utilizadas en este estudio mostraron condiciones idóneas para la elaboración de cuerpos de gres, las cuales cuentan con los requerimientos mineralógicos necesarios para la formulación de productos cerámicos con las técnicas de torno, modelado y vaciado.
- En la elaboración de cuerpos de gres para mediana temperatura, en futuras aplicaciones, se pueden sustituir materias primas, siempre y cuando éstas reúnan las características físico térmicas similares a las empleadas en este estudio.
- Se debe tomar en cuenta que para una pasta gresificada se necesita una absorción mínima de 4%, pero si las formulaciones tienen un alto contenido de material vitrificante afecta el buen grado de plasticidad de la misma, entonces, es necesario un balance en estas formulaciones considerando no exceder el 30% de este tipo de material.
- El coeficiente de dilatación térmica de los vidriados que fue determinado a partir del estudio preliminar y que fueron aplicados en las formulaciones de

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

las pastas de gres, resultantes del presente estudio, fueron posibles de adaptar a nuevas formulaciones de vidriados utilizando otros óxidos colorantes.

- En las pastas para vaciado las proporciones altas de feldespato y sílice, tienden a hacer excesivamente porosa estas pastas y con dificultades en la resistencia mecánica.
- En la aplicación de los resultados de este estudio en la elaboración de cuerpos de gres de tipo utilitario y artístico, en las técnicas estudiadas, depende del dominio técnico y las condiciones de control de los procesos técnicos de elaboración de torno, modelado y vaciado; temperatura y otros elementos técnicos de conformación de cuerpos cerámicos.
- Para una investigación de este tipo, la metodología experimental cuantitativa empleada permitió la obtención de información científica requerida en el control de los procesos técnicos para la elaboración de cuerpos de gres, dando la pauta para poder repetir los resultados y constatar la factibilidad de la aplicación de ésta.

RECOMENDACIONES

Finalmente, se recomienda lo siguiente:

- La apropiada preparación de materia prima (arcillas naturales) para la conformación de pastas para torno, deben ser tamizadas en una malla No. 50 para mejores resultados, restándole de esta forma, el chamote natural de las mismas para bajar el nivel de absorción y abrasión.
- Los porcentajes de encogimiento en estas formulaciones de pastas de gres no sobrepasan el 15%, por lo tanto, estas se pueden modificar de acuerdo a las necesidades de gresificación, es decir, que se puede dejar de lado esta particularidad física para aumentar el porcentaje de materiales plásticos para favorecer la vitrificación disminuyendo los niveles de absorción pero aumentando el encogimiento.
- Para la técnica de vaciado es preciso tomar en cuenta que no deben contener porcentajes altos de materiales plásticos por la tendencia a la hielificación, es decir, no sobrepasar el 30% de estos, para que la mezcla sea fluida en los moldes, sin embargo, estos ayudan a evitar la tendencia a la deformación y agrietamientos; pero, caso contrario, los porcentajes arriba del 35% de materiales aplásticos como el feldespatos y sílice, tienden a hacer excesivamente porosa estas pastas y con dificultades en la resistencia mecánica.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

- A partir de esta investigación, se pueden realizar otros estudios mas específicos sobre las técnicas de manufactura cerámica de torno, modelado y vaciado, ya que estas ofrecen innumerables posibilidades de aplicación.
- Es importante que para toda elaboración de cuerpos cerámicos, sea necesario constatar el comportamiento de las pastas o arcillas en la técnica pretendida, es decir, elaborando pequeños cuerpos para determinar las características de uso verdaderas, debido a que en las tejas de ensayo no se puede apreciar con exactitud lo antes mencionado.
- Es recomendable elevar la temperatura de cocción de las formulaciones de estas pastas de gres para obtener una vitrificación mayor, ya que en este estudio el nivel de vitrificación es intermedio, es decir, que estas pastas pueden ser elevadas a una temperatura de 1250° C o más.
- Estas pastas pueden ser coccionadas en otro tipo de hornos como el de gas y leña, dado que este tipo de hornos permite un control más exacto de las temperaturas de cocción y una mayor experimentación en cuanto a acabados finales, manipulando las atmósferas (oxidante o reductora) para obtener otro tipo de resultados en los productos cerámicos.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

SUGERENCIAS

- Debido a que no se han explotado otros yacimientos arcillosos extensos para la obtención de otras materias primas para cerámica, es conveniente explorar otras zonas para el aprovechamiento de los recursos naturales para nuevas posibilidades de uso en la elaboración de cuerpos de gres.
- Para futuras investigación cerámicas se debe tener el equipo necesario para llevar a buen término el desarrollo de éstas y al mismo tiempo tener el acceso inmediato a dichos recursos para evitar contratiempos innecesarios que retracen los procesos.
- La necesidad de contar con un molino de martillo para procesar las arcillas locales en bruto obteniendo así un grano de partícula fina de éstas y facilitar de gran manera la obtención de la materia prima para el área de cerámica en general.
- En la planificación y asesoramiento de las diferentes etapas del proceso de grado, se debe tener bien planteado los lineamientos necesarios para la

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

elaboración de documentos para evitar discrepancias entre los encargados de dichos procesos.

- Durante la planificación de este tipo de estudio, es necesario tomar en cuenta una calendarización amplia que permita adecuar los tiempos a los imprevistos que se puedan desarrollar debido a la naturaleza de trabajo de la Universidad de El Salvador.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

- *“Manual del Ceramista”*. Ed. Daly SL., Barcelona, España, 1998.
 - **NORTON, F.H.** *“Cerámica Fina: Tecnología y Aplicaciones”*, Ediciones Omega S A, Barcelona, España. 1975.
 - **NORTON, F. H.** *“Cerámica para el Artista Alfarero”*, 10^a. Impresión, Compañía editorial continental, S.A. México D. F., México. 1973,.
 - **PETERSON, Susan** *“Artesanía y Arte del Barro”*, Editorial Blume Barcelona, España. 1997.
 - **RHODES, Daniel.** *“Arcilla y Vidriado para el Ceramista”*, Ediciones CEAC, S.A. Barcelona, España, 1990.
 - **VITTEL, Claude.** *“Cerámica Pastas y Vidriados”*, Editorial Paraninfo S.A. Madrid, España, 1998.
-

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

ESTUDIOS PRELIMINARES:

- Anexo de Pastas *“Investigación de Materiales Arcillosos para Elaboración de Productos Cerámicos”*. Realizado en el Taller de Cerámica de la Escuela de Artes, Universidad de El Salvador. Ene. 05 a Feb. 06.
- Anexo de Vidriados *“Investigación de Materiales Arcillosos para Elaboración de Productos Cerámicos”*. Realizado en el Taller de Cerámica de la Escuela de Artes, Universidad de El Salvador. Ene. 05 a Feb. 06.
- *“Investigación de Materiales Arcillosos para Elaboración de Productos Cerámicos”*. Realizado en el Taller de Cerámica de la Escuela de Artes, Universidad de El Salvador. Ene. 05 a Feb. 06.
- **VOLKER, Stein.** *“Minerales no Metálicos Rocas y Suelos de Uso Industrial en El Salvador”*. Quinta Parte. Misión Geológica Alemana en El Salvador. Hannover 1973.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.

FUENTE EN INTERNET:

- www.a3guo.com
- www.davidrumsey.com
- www.fortunecity.com
- www.jcce.org.cu
- www.kyohaku.go.jp
- museum.ewha.ac.kr
- www.pdvsa.com
- www.scielo.br/scielo
- www.xtec.es/ceramica/gres.htm

Fuente: Equipo Investigador.

“Estudio Cerámico para la Elaboración de Cuerpos de Gres a partir de la Utilización de Arcillas Locales y Materiales Industriales”.