

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



**“Estudio de procedimientos para la elaboración de cerámica Rakú y su aplicación en obra artística”.**

**Trabajo de grado presentado por:**

Fernando Alvarado D' León	AD00004
Sara María Boulogne	RG00005
Federico Krill Granados	GG00050

**para optar al grado de: Licenciatura en Artes Plásticas opción Cerámica.**

**Docente director:** Lic. Alvaro Cuestas Cruz.

San Salvador, El Salvador 31 de Julio de 2007

## **NOMINA DE AUTORIDADES**

### **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

#### **Rectora**

Doctora María Isabel Rodríguez

#### **Vicerrector Académico**

Ingeniero Joaquín Orlando Machuca

#### **Vicerrectora Administrativa**

Doctora Carmen Rodríguez de Rivas

#### **Secretaría**

Licenciada Alicia Margarita Rivas de Recinos

### **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**

#### **Decana**

Master Ana María Glower de Alvarado

#### **Vicedecano**

Master Licenciado Carlos Ernesto Deras

#### **Secretaria**

Licenciada Oralia Esther Román de Rivas

### **AUTORIDADES DE LA ESCUELA DE ARTES**

#### **Director**

Licenciado Ricardo Alfredo Sorto Alvares

#### **Coordinador general de procesos de grado**

Licenciado Carlos Alberto Quijada Fuentes

#### **Docente director**

Licenciado Alvaro Cuestas Cruz.

## **AGRADECIMIENTOS**

**Después de un largo camino en esta carrera por la que optamos, queremos agradecer sobre todo a nuestros padres quienes tuvieron fe en nosotros y nos apoyaron durante estos 6 años. Agradecer también a nuestros compañeros de especialidad con quienes compartimos dos años de nuestra vida y nos enseñaron la importancia de trabajar en equipo. Finalmente agradecemos a los docentes que nos brindaron su conocimiento y nos guiaron apropiadamente durante el proceso de aprendizaje, especialmente a nuestro coordinador de área Álvaro Cuestas Cruz y los voluntarios japoneses Kayoko Ishiyama y Kazuhiko Akiyoshi.**

**Fernando Alvarado D' León**

**Sara Boulogne**

**Federico Krill Granados**

<b>Contenido.</b>	<b>Pag.</b>
INTRODUCCIÓN .....	i
<b>CAPITULO I .....</b>	<b>4</b>
<b>MARCO TEÓRICO.-</b>	
<b>1.0 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.-</b>	
1.1.1 Origen del Rakú .....	5
1.1.2 Rakú Occidental.....	7
1.1.3 Rakú en la Actualidad.....	11
1.1.4 Rakú en El Salvador.....	14
<b>1.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.-.....</b>	<b>17</b>
1.2.1 Rakú y la cerámica artística.....	17
1.2.2 Aspectos técnicos del Rakú occidental.....	19
<b>1.3 DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS.....</b>	<b>29</b>
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>32</b>
<b>METODOLOGÍA.-</b>	
<b>2.0 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>33</b>
<b>2.1 NIVEL O TIPO DE ESTUDIO.....</b>	<b>33</b>
<b>2.1.1 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>34</b>
2.1.1.1 Procedimientos de laboratorio para la formulación de pastas de Rakú.....	34
2.1.1.2 Procedimientos de laboratorio para la formulación de pruebas de cubiertas vítreas.....	35
2.1.1.3 Pruebas de jugo de óxido sobre vidriado blanco.....	36
2.1.1.4 Pruebas de choque térmico en un líquido.....	36

2.1.2 NIVEL DE APLICACIÓN.....	37
2.1.2.1 Procedimientos para la elaboración de obra artística.....	37
2.2 DISEÑO DEL ESTUDIO .....	38
2.2.1 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	38
2.2.2 PROCEDIMIENTOS PARA OBTENER LOS DATOS.....	47
2.2.3 INSTRUMENTOS.....	48
2.3 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS .....	51
2.3.1 PRESENTACIÓN DE LOS DATOS.....	51
2.3.2 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS DE ANÁLISIS.....	60
CAPITULO III .....	68
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.-	
3.0 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	69
3.1 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	
3.1.1 PASTAS.....	69
3.1.2 VIDRIADOS BASE TRANSPARENTE.....	63
3.1.3 VIDRIADOS CON OPACIFICADOR.....	72
3.1.4 JUGOS DE ÓXIDO SOBRE VIDRIADO BLANCO.....	76
3.1.5 VIDRIADOS COLOREADOS.....	81
3.1.6 INMERSIÓN EN LÍQUIDOS.....	84
3.2 APLICACIÓN DEL ESTUDIO.....	88
3.2.1 PRODUCTO ARTISTICO.....	91
3.2.1.1 Conceptualización.- .....	91
3.2.1.2 Procesos de elaboración.....	97
CONCLUSIONES .....	103
RECOMENDACIONES .....	108
BIBLIOGRAFÍA .....	110
ANEXOS	

## INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe sobre los resultados de la investigación teórico-práctica acerca de los procedimientos de elaboración de cerámica Rakú y su aplicación en obra artística. Esta investigación ha sido necesaria debido a que en el amplio lenguaje universal de la cerámica, el Rakú en la actualidad es referente visual y parte importante principalmente en términos de cerámica artística.

En El Salvador anteriormente no se contaba con ningún referente escrito que informara como preparar una pasta, o un vidriado, o menos aun como construir el equipo básico para Rakú, de hecho la técnica es bastante desconocida entre los artistas del país. Es así que los resultados de la investigación se exponen a estudiantes de la opción cerámica de la Escuela de Artes y a ceramistas interesados en desarrollar nuevas formas de expresión plástica. Los resultados son también parte del compromiso por parte del taller de cerámica de la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador en profundizar sobre los conocimientos en cerámica y exponerlos a la población en general.

En este orden como resultado del proceso de investigación los principales aportes son: Ser el primer documento escrito acerca de la técnica de Rakú en nuestro país, facilitando la información a otros interesados para su aplicación. Presentar los resultados de la utilización de dos infusiones tradicionales de nuestro país: el agua de nacazcol y el añil, ambas produciendo efectos interesantes y aplicables a obra de carácter artístico elaborada con la técnica de Rakú, añadiendo así un elemento propio de nuestra cultura, además de la inclusión de diferentes diseños de hornos artesanales para la quema de piezas con esta técnica en particular.

El documento especifica además, en que cantidades y en que momentos del proceso deben ser utilizados dichos materiales, y presenta los acabados obtenidos de las variaciones seleccionadas dentro de la muestra de investigación, a través de la experimentación controlada. Con esto, pueden sistematizarse los procesos y proporcionar la información necesaria para reproducir dichos fenómenos en las mismas condiciones.

Todo esto se desarrolla en el marco delimitado por los objetivos de investigación que son los siguientes:

Desarrollar una investigación experimental sobre procedimientos de cerámica Rakú y su aplicación en obra artística a partir de la utilización de materiales y tecnología local, para optar al título de Licenciatura en Artes Plásticas, opción en Cerámica.

Desarrollar una investigación de laboratorio, mediante la cual se puedan obtener los conocimientos para la formulación de pastas y vidriados adecuados en la elaboración de obra artística.

Construir un horno artesanal diseñado para quemas de Rakú utilizando materiales locales, que permita la cocción de las pruebas de laboratorio y la obra artística.

Elaborar un informe final que sistematice los procesos y resultados de la investigación experimental así como la elaboración de obra que compruebe dichos resultados que servirá de guía a estudiantes y ceramistas interesados en el desarrollo de la técnica de Rakú.

Presentar los resultados teóricos y prácticos de la investigación a través de una exposición y defensa pública en la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador.

En el desarrollo de la investigación las principales limitantes radicaron en la inversión necesaria para construir y adquirir el equipo necesario para las quemas de Rakú, así como la organización del tiempo entre los tres integrantes del grupo investigador, sin embargo, los resultados estuvieron de acuerdo a los objetivos propuestos al inicio de la investigación.

Finalmente, se describe en brevedad el contenido del documento:

El primer capítulo comprende el marco teórico, que contiene la información recolectada a través de la bibliografía especializada, las fuentes digitales y los datos obtenidos en las entrevistas a informantes claves que permiten una mejor comprensión de la técnica del Rakú, abordando la historia, los antecedentes en nuestro país y los aspectos técnicos más relevantes.

El segundo capítulo aborda la metodología utilizada para el desarrollo de la experimentación con pastas, vidriados e infusiones que permitirán posteriormente la aplicación en la obra artística, donde se observan los cuadros de control seleccionados como muestra de investigación y demás herramientas utilizadas en esta fase de planeación.

El tercer capítulo es la recopilación, sistematización y presentación de los resultados de la fase experimental y su aplicación en la obra artística. Se presenta además el proceso de conceptualización y construcción de la obra de cada integrante.



# CAPITULO I

**Marco Teórico.-**

## 1.0 MARCO TEÓRICO.

Este apartado contiene una síntesis descriptiva sobre la cerámica Rakú, que aclare el origen de su significado, precursores, mayores exponentes, cambios estilísticos y difusión a través del mundo.

Además, incluye los diferentes acabados que pueden obtenerse de acuerdo a los variantes en sus procesos de reducción, sus aspectos técnicos más importantes, así como antecedentes de la cerámica Rakú en El Salvador.

### 1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.-

#### 1.1.1 Origen del Rakú

El Rakú no posee un origen bien definido, sin embargo, las dos teorías más reconocidas proponen que puede haber nacido en Corea o Japón. Si bien es cierto, no se puede determinar con exactitud el lugar donde inició su producción, es evidente, por los registros históricos, que fue adoptado, desarrollado y perfeccionado por los japoneses.

*Figura 1; “Kyoto”, Bol para té.  
Rakú negro, elaborado por Chojiro.*



El primer nombre reconocido como parte de la tradición Rakú japonesa es el de Chojiro, quién produjo su obra durante el período Momoyama (1573-1615), la cual consistió en una serie de boles para té solicitados por Sen Rikyū (Maestro de la ceremonia del te, 1522-1591).

*Fuente:* <http://www.raku-yaki.or.jp/index-e.html>

El término Rakú nace 6 años después de la muerte de Chojiro y tiene su origen en un sello que portaba el ideograma *Rakú*, que literalmente significa: felicidad, placer y alegría, retomado del nombre del pabellón del placer del emperador Hideyoshi en Kyoto (Ju-Rakú-tei).

Una vez establecido el estilo, el conocimiento de Chojiro se transmitió a sus aprendices, a los hijos de ellos y así sucesivamente de una a otra generación. Hasta la fecha se encuentran registradas 15 generaciones de la familia Rakú. (**Anexo 5**).

Paralelo al trabajo desarrollado por la familia Rakú, la técnica se popularizó debido a la difusión y aceptación de la ceremonia del te, fue así que en las diferentes regiones de Japón existieron otras familias que desarrollaron la técnica con sus propias características, pero manteniendo la esencia filosófica de la misma.

A través de las imágenes presentadas en la línea histórica del Rakú Japonés (ver **anexo 1**) puede observarse que pasaron más de 300 años de tradición intacta en forma y contenido y que la producción mantuvo su vínculo con la parte filosófica del pensamiento oriental. Fueron los mismos japoneses quienes iniciaron la modificación de esta tradición y empezaron a utilizarla como una herramienta de expresión artística, la cual pusieron a disposición de otros artistas orientales y occidentales.

Esta apertura permitió que la técnica llegara a artistas influyentes tal como es el caso de Bernard Leach, Inglés que experimentó con ella, recopiló la información y luego la difundió en occidente.

### 1.1.2 Rakú Occidental.-

Para conocer el origen y desarrollo del Rakú occidental es necesario referirnos a cuatro ceramistas: Bernard Leach, Warren Gilbertson, Hal Riegger y Paul Soldner.

*Bernard Leach (1887-1979).-*

**Figura 2; Bol para té, Rakú elaborado por Bernard Leach.**



Nació y creció en Hong Kong, a los 10 años fue enviado a Inglaterra para recibir su educación básica, y en 1903 consiguió que su padre le permitiera estudiar en la Escuela de Arte Slade en Londres, volviendo a Japón en 1909 donde empezó a ganarse la vida enseñando grabado.

**Fuente:** <http://www.terebess.hu/terebessgabor/japanraku.html>

Su primer encuentro con la técnica del Rakú fue en una reunión de artistas en Japón, ahí estuvo bajo la tutoría de Ogata Kenzan VI, heredero de una famosa tradición cerámica, así como maestro del té.

Bernard Leach se convirtió, con la autorización de su maestro, en el representante número 7 de la tradición Kenzan y se mantuvo realizando horneos de Rakú en Inglaterra entre 1920 y 1931 además de enseñar en la escuela “Foxhole”. En 1940 publica su libro “A potters book” cuyo mayor reconocimiento fue el de difundir la cerámica rakú fuera de Japón.

*Warren Gilbertson, Hal Riegger.-*

“Warren Gilbertson fue probablemente el primer ceramista en introducir el Rakú a los Estados Unidos. Vivió y trabajó en Japón entre 1938 y 1940, a su regreso, realizó una exposición en el Instituto de Arte de Chicago de la cual sólo queda el registro escrito.

En 1942, Gilbertson presentó un documento a la Sociedad Americana de Ceramistas, donde describe el proceso de Rakú que aprendió en Japón, sin embargo, no definió la importancia del aspecto filosófico de su elaboración en dicho país. Más bien, presentó la técnica como una curiosidad que podría ser utilizada por los ceramistas para introducir al trabajo cerámico a los principiantes. Su labor y conocimientos no son muy notorios dentro de la historia del Rakú occidental, pues murió en un accidente en 1954, antes que el movimiento rakú se desarrollara por completo”.<sup>1</sup>

**Figura 3; Hal Riegger, bol para té torneado y ahuecado, 1948.**



Contemporáneo a la labor de Warren Gilbertson se encuentra Hal Riegger, quien mostró un gran interés por la filosofía Zen y el Rakú. Como ceramista experimentó con dicha técnica a finales de la década de los 40, contrario a Gilbertson, Riegger inició con un acercamiento más tradicional y espiritual del Rakú. Realizó presentaciones de obras de Rakú en 1958.

**Fuente:** Branfman, Steven. “Rakú, a practical Approach”. Publicaciones Krause. 2ª edición. Iola, Wisconsin, E.E.U.U., 2001. Pag. 34

En 1965 escribió un artículo acerca de la técnica en la revista *Cerámica Mensual*, el cual sería el documento más extenso escrito al respecto hasta la época. Finalmente en 1970 publicó su libro *Rakú, Arte y Técnica*, el cual permitió conocer la técnica y la historia detrás de ella.

<sup>1</sup> Tim Andrews. “Rakú”; 2ª edición, KP Books, Wisconsin Estados Unidos de América, 2005. Pag. 25

*Paul Soldner.-*

Paul Soldner nació en Illinois, Estados Unidos el 24 de Abril de 1921. Inicio sus estudios de cerámica con la maestra Katie Horseman, catedrática la universidad Boulder en Colorado. Soldner se dedico posteriormente a la enseñanza de arte en escuelas públicas, hasta que a la edad de 33 años decidió convertirse por completo en ceramista. Sus contribuciones han sido numerosas en el campo de la cerámica, incluyendo el desarrollo de lo que se ha llegado a conocer como “Raku Americano”, y la técnica de “quema con sal a baja temperatura”.

Además de su interés en la Cerámica, Soldner se destacó en realizar modificaciones al torno alfarero y otros equipos, los cuales introdujo al mundo de la cerámica a través de su libro "Soldner Pottery Equipment".

Invitado a una demostración en una feria de artes en 1960, Soldner decidió experimentar con la técnica de Rakú. Usando como guía el libro de Bernard Leach “A potter’s book” construyó un horno sencillo e improviso algunos vidriados con base de plomo. Al inicio produjo principalmente boles para té, pero pronto encontró esto bastante restrictivo y de alguna forma académico, **ya que en la cultura occidental no existía la ceremonia del té, para que validara el significado tradicional de las formas.** Gradualmente descubrió que estaba más interesado en el Rakú como técnica y estética, que como la tradición que representaba. Esta actitud derivó en un acercamiento menos restrictivo a la forma, escala, función y materiales utilizados.

La elaboración tradicional de Rakú en la que una pieza es bizcochada esmaltada, se hornea y es retirada al rojo vivo para ser expuesta a un choque térmico, fue transformada y manipulada por Soldner como su mayor medio de expresión.

*Figura 4; Pieza escultórica en Rakú,  
elaborada por Paul Soldner.*



Así nace el “Rakú americano” que se diferencia del japonés, no solo en la parte filosófica, sino también en el aspecto formal y técnico.

En esta adaptación las piezas luego de ser retiradas del horno al rojo vivo, pasan a un proceso de reducción junto al de choque térmico, produciendo acabados particulares.

*Fuente:* <http://www.gailseverngallery.com/>

Además las formas pueden variar desde boles, platos y demás elementos utilitarios, hasta expresiones artísticas de carácter escultórico

“En el espíritu del Rakú existe la necesidad de comprender y aceptar el elemento sorpresa. No puede existir el miedo de perder lo que se ha planeado y debe existir una necesidad de crecer junto a lo que se va descubriendo. En el espíritu del Rakú no hagas demandas, no esperes nada, no sigas planes absolutos, esta seguro del cambio, aprende a aceptar otra solución y finalmente, prefiere apostarle a tu intuición. El Rakú nos ofrece un profundo entendimiento de esas cualidades en la cerámica que son de naturaleza espiritual, de piezas hechas por hombres dispuestos a crear objetos que tienen tanto significado, como función” (Soldner, 1973).<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Fuente digital: <http://www.paulsoldner.com/bio.html>

### 1.1.3 Rakú en la Actualidad.-

Una de las definiciones más acertadas del Rakú en la actualidad es: “salsa de técnicas y estilos en la que todo se vale, hasta no hacer Rakú”<sup>3</sup>. Esto partiendo de la premisa, que el origen del Rakú está ligado intrínsecamente con la ceremonia del té y la filosofía Zen, sin embargo, desde la transformación que sufrió al popularizarse en occidente a través de Paul Soldner, el Rakú se ha convertido en un medio de expresión artística, que ha dejado atrás la rigidez de la forma dictada por su relación a las tradiciones orientales.

Desde ese momento el Rakú se vuelve un término que refiere a los ceramistas a un proceso de horneado, en el cual las piezas vidriadas se ven sometidas a un choque térmico y a un posible proceso de reducción fuera o dentro del horno, para buscar acabados particulares.

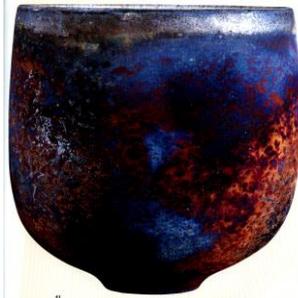
En esta evolución, existen innumerables acabados derivados de las diferentes técnicas, que han sido incorporadas en el Rakú occidental, de los cuales se destacan:

- Metalizado
- Craquelado
- Rakú desnudo
- Salkú
- Técnica de halo.

---

<sup>3</sup> Fuente digital: [http://www.manises.com/forum/topic.asp?TOPIC\\_ID=2184](http://www.manises.com/forum/topic.asp?TOPIC_ID=2184)

**Figura 5; Bob Green, Bol de Rakú torneado, acabado metálico, 2000.**



*Metalizado:* Uno de los acabados más utilizados en el rakú occidental, obtenido a través de la aplicación de jugo de óxidos sobre un vidriado base y luego sometido a un proceso de reducción fijado por agua, resultando en la metalización de los oxidos.

**Fuente:** Branfman, Steven. "Rakú, a practical Approach". Publicaciones Krause. 2ª edición. Iola, Wisconsin, E.E.U.U., 2001. Pag. 97

**Figura 6; Esfera, Rakú elaborado por Betty W. Feves.**



*Craquelado:* Uno de los acabados tradicionales del Rakú Japonés, ya sea en una cubierta vítrea translúcida u opaca, obtenido a través del choque térmico. En este ejemplo se ve el vidriado blanco craquelado y la intervención de otros óxidos para crear las formas rojas y negras.

**Fuente:** [www.feves.com](http://www.feves.com)

**Figura 7; Eddie Porck, objeto en forma de huevo.**

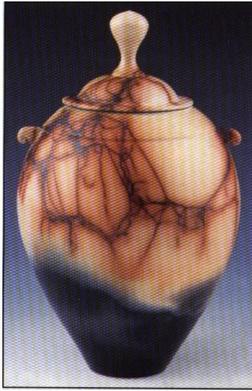


*Rakú desnudo:* Acabado obtenido a través de la utilización de un engobe que permita proteger las superficies deseadas del ahumado de la reducción. Este engobe debe ser lo suficientemente adherible para sostenerse en la pieza durante los horneos, pero aún así poder retirarlo después de la última quema.

**Fuente:** Andrews, Tim. "Rakú". Publicaciones KP Books. 2ª edición. Iola,

Wisconsin, E.E.U.U., 2005. Pag. 103.

**Figura 8** Charlie y Linda Riggs, Jarrón con tapadera, acabado en Salkú 1999

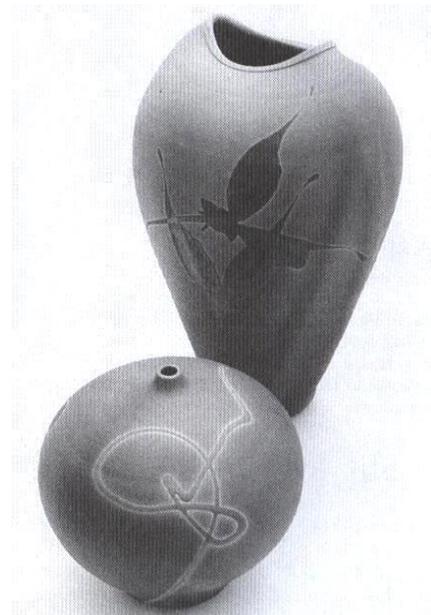


*Salkú*: Este acabado puede producir gran cantidad de variaciones pues es la combinación del uso de jugos de óxidos, con la inclusión de sales durante la quema. La inclusión de sales produce vidriados de colores intensos y brillantes.

**Fuente:** Branfman, Steven. *“Rakú, a practical Approach”*. Publicaciones Krause. 2ª edición. Iola, Wisconsin, E.E.U.U., 2001. Pag. 101.

**Figura 9;** Kerry González, botella y vasija técnica de halo 1990..

*Técnica del Halo*: Este acabado fue obtenido inicialmente por Paul Soldner, utilizando un jugo de óxido de cobre y hierro para hacer el diseño sobre una arcilla blanca, luego se hornea aproximadamente a una temperatura de 900°C, seguido del proceso de reducción y breve reoxidación. Otra variación es la utilización de bajo cubiertas manufacturados, a los cuales se agrega bórax como fundente, esta mezcla es vaciada en un recipiente de boquilla fina para lograr líneas en relieve que tienden a esparcirse solo en los bordes.



**Fuente:** Branfman, Steven. . *“Rakú, a practical Approach”*. Publicaciones Krause. 2ª edición. Iola, Wisconsin, E.E.U.U., 2001 Pag. 145.

#### 1.1.4 Raku en El Salvador.-

“El Rakú llegó a El Salvador en la década de los 70’s, primordialmente a través de dos estadounidenses: Richard Summons y Jhon Strockberry. El primero ayudando con la enseñanza en el taller de cerámica del Centro Nacional de Artes entre 1970 y 1972 y el segundo compartiendo su conocimiento en prácticas abiertas”.<sup>4</sup>

El contexto socio-cultural en que se conocieron los procesos de elaboración de la cerámica Rakú, fue uno de los factores que incidió en que no tuviera un enfoque investigativo. El conocimiento teórico impartido, estuvo acompañado de una breve experimentación, sin embargo, estas actividades no fueron documentadas, y lo obtenido de ellas, pasó sin mayor consecuencia en la historia de la cerámica Salvadoreña.

Debido a que la incursión del Rakú en el país, estuvo a cargo de Norteamericanos, se enfatizó en los aspectos occidentales de esta técnica, y no en la filosofía Zen, o las formas tradicionales del Rakú oriental.

*Figura 10; Pieza de Rakú, elaborada en una práctica de la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador, en colaboración con el Centro Nacional de Artes (CENAR), 2004.*



*Fuente: Foto tomada por Federico Krill Granados, 2004.*

<sup>4</sup> Fuente: Entrevista a José Federico Josa; ceramista de El Salvador, Agosto 2006.

“Así, la técnica fue desarrollada por los estudiantes del bachillerato en artes y otros pertenecientes a la Escuela Libre del Centro Nacional de Artes de El Salvador, entre los que se pueden mencionar a : José Federico Josa, Álvaro Cuestas, Gregorio Bello-Suazo, entre otros, quienes experimentaron las quemadas de Rakú, utilizando arcillas sedimentarias locales con un alto porcentaje de chamote, óxidos metálicos provenientes de las donaciones internacionales u obtenidos por procesos artesanales y hornos a gas, de fabricación casera”.<sup>5</sup>

Luego de las prácticas elaboradas por este grupo de estudiantes, no existió una institución de educación artística, que permitiera la investigación de temas cerámicos tan específicos como el Rakú.

Solamente dos de estos ceramistas elaboran Rakú en la actualidad, José Federico Josa, quien trabaja en su taller privado y no produce obra, sino más bien se encarga de hacer actividades para mostrar la técnica sin fines educativos. Por otro lado, el Lic. Álvaro Cuestas, quien realiza prácticas de elaboración de Rakú dentro de un marco educativo en la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador.

Es debido a la falta de información escrita que contemple la utilización de materiales locales o de fácil adquisición en el país, así como de los procesos que implica la producción de cerámica Rakú, que esta técnica no tuvo el seguimiento adecuado por parte de los ceramistas y no pudo explotarse adecuadamente como herramienta de expresión plástica.

---

<sup>5</sup> Fuente: Entrevista a José Federico Josa op. Cit. Pag. 14



Además, al no contar con los requerimientos necesarios de reproducción y vitrificación no puede ser empleada en procesos de producción seriada, por lo que no es utilizada para manufacturar productos utilitarios, eliminándola de las alternativas de trabajo de los ceramistas.

Es importante mencionar, que si bien es cierto no existe desarrollo de cerámica Rakú, existen otros procesos de reducción realizados en el país, tal es el caso del proceso de “rusiado” en el municipio de Guatajiagua, departamento de Morazán, el cual produce el tinte negro característico de las piezas de esta región. Sin embargo, al no incluir la utilización de vidriados, ni el proceso de dos quemas (una oxidante y una reductora) no puede considerarse como Rakú.

Puede decirse entonces que, el Rakú en El Salvador es una técnica poco conocida, pues no existen suficientes individuos que la produzcan, ni la documentación de las actividades que se han realizado sobre ella, además no es utilizada en el marco de producción seriada, ni en el campo artístico, sino mas bien ha sido considerada como una experiencia “vivencial” dentro del aprendizaje del ceramista.

## 1.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

### 1.2.1 Rakú y la cerámica artística.-

La elaboración de cerámica artística es una de las formas más complejas de expresión, pues intervienen tanto el aspecto científico a través de la química que involucra la formulación de las cubiertas vítreas, elaboración de pastas apropiadas y utilización de las atmósferas de horneado, como el aspecto artístico, a través de los procesos creativos de conceptualización y posterior construcción de la obra.

En los países donde la tradición cerámica se sustenta a través de la educación artística, el Rakú logró desarrollarse como medio de expresión plástico, permitiendo su aplicación a obras figurativas, abstractas, de contenido simbólico, conceptual o realista.

*Figura 11; Justin Novak, Disfigurin.  
31 X 41 X 35.5 cm.*



*Fuente: Andrews, Tim. "Rakú".  
Publicaciones KP Books. 2ª edición.  
Iola, Wisconsin, E.E.U.U., 2005. Pag. 134.*

*Figura 12; Phillip Godderidge, Les Houes, 1998.*



*Fuente: Andrews, Tim. "Rakú". Publicaciones KP  
2ª edición. Iola, Wisconsin, E.E.U.U., 2005. Pag. 205.*

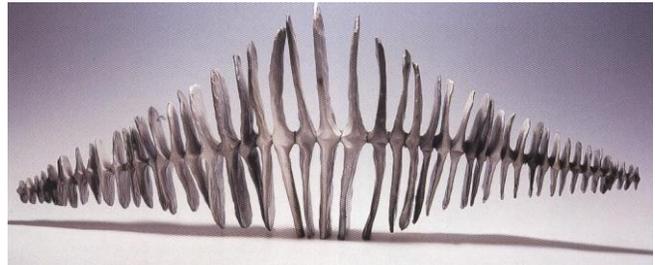
Así encontramos ejemplos claros en las obras de artistas como Emma Rodgers (Inglaterra), Justin Novak (Estados Unidos), Antonia Salmon (Inglaterra), Phillip Godderidge (Francia), entre otros muchos artistas que han desarrollado la técnica del Rakú como medio de expresión plástico.

**Figura 13; Emma Rodgers, Mono cargando una cría.**



**Fuente:** Andrews, Tim. **"Rakú"**. Publicaciones KP Books. 2ª edición. Iola, Wisconsin, E.E.U.U., 2005. Pag. 143

**Figura 14; Antonia Salmon, Forma de puente 30 X 55 cm.**



**Fuente:** Andrews, Tim. **"Rakú"**. Publicaciones KP Books 2ª edición. Iola, Wisconsin, E.E.U.U., 2005 Pag. 187

Por otro lado, la cerámica artística en El Salvador no ha podido desarrollarse, pues no existe todavía el concepto de ceramista = artista, debido a la falta de educación especializada en este campo. Esta ausencia colabora a la falta de información teórico-práctica que pueda utilizarse para desarrollar los procesos de elaboración, así como la falta de apreciación de los objetos artísticos cerámicos.

En conjunto, estos elementos hacen que la cerámica artística como tal, sea insostenible económicamente en nuestra sociedad, lo que exige a los ceramistas enfocarse en la producción de cerámica decorativa o utilitaria para mantener su economía.

Aún con estas lindantes, existen en el país artistas o individuos relacionados al arte, que han utilizado la cerámica como medio de expresión. Entre estos se pueden mencionar: César Sermeño, Enrique Salverría, Ivette de Mendoza, Álvaro Cuestas, Carlos Quijada, Mauricio Domínguez, Verónica Vides, entre muchos otros.

### 1.2.2 Aspectos técnicos del Rakú occidental.-

#### *MATERIALES.-*

- **Pastas:** “Lo que diferencia una pasta de Rakú de las demás pastas cerámicas, es su naturaleza refractaria, que es la habilidad de soportar el cambio rápido de temperatura que requiere el proceso de horneado. Casi todas las arcillas pueden ser utilizadas para hacer pastas para Rakú siempre y cuando cumpla con las siguientes características”<sup>6</sup>:

1° Que posea una estructura porosa, que *no* se vitrifique a la temperatura definida para el bizcocho o el horneado de Rakú.

2° Que posea suficiente plasticidad y las características adecuadas para trabajarla en el torno, manualmente, o a través de la técnica de construcción elegida y provea la superficie ideal para la decoración.

3° Que sea compatible con los vidriados y engobes elegidos para la producción definida.

- **Cubiertas Vítreas:** Para formular vidriados de baja temperatura (800°C-1000°C) para Rakú, es importante que fundan en un rango de dos o tres conos pirométricos, para que las piezas puedan ser retiradas del horno en diferentes momentos, de lo contrario la quema podría derretir una cubierta vítrea, sobre quemar otra, o no llegar a la temperatura ideal.

El principal ingrediente en los vidriados de baja temperatura para Rakú es la frita o el Borato de Gertsley (fundentes), sin embargo, este último es de difícil adquisición en nuestro país, por lo que puede sustituirse por el material llamado Laguna Borate.

---

<sup>6</sup> Steven Branfman; “**Rakú a practical approach**”, Publicaciones Krause 2ª edición, Estados Unidos de América, 2001, Pag. 30

En cuanto a los demás ingredientes de las formulaciones de vidriados de baja temperatura para Rakú, pueden establecerse como los mismos encontrados en otras formulas de cubiertas vítreas: un ingrediente neutro, un fundente y un vitrificador, además de un opacificador en el caso de los blancos, o la utilización de diferentes óxidos para colorearlos.

- **Proceso de reducción:** Los materiales para el proceso de reducción en el Rakú son muy variados y no existe una norma para su selección, pero entre los más comunes se encuentran: aserrín, viruta de madera, cáscara de arroz, grama, hojas secas, papel reciclado, entre otros. “Es recomendable abstenerse de utilizar plywood, durapanel, o cualquier otro derivado de la madera que sea manufacturado industrialmente, ya que pueden contener aglutinantes o químicos adhesivos, que al momento de quemarse, produzcan gases o vapores no deseados en la reducción”.<sup>7</sup>

#### *EQUIPO Y HERRAMIENTAS.-*

Para desarrollar la técnica de Rakú, es necesario contar con las siguientes herramientas y equipo:

1° *Horno para Rakú:* Horno cerámico, que puede ser eléctrico, a gas o leña, cuya característica principal debe ser, permitir la fácil extracción de las piezas para realizar el proceso de reducción. Estos hornos pueden variar en tamaño y diseño, de acuerdo a las necesidades particulares del ceramista interesado.

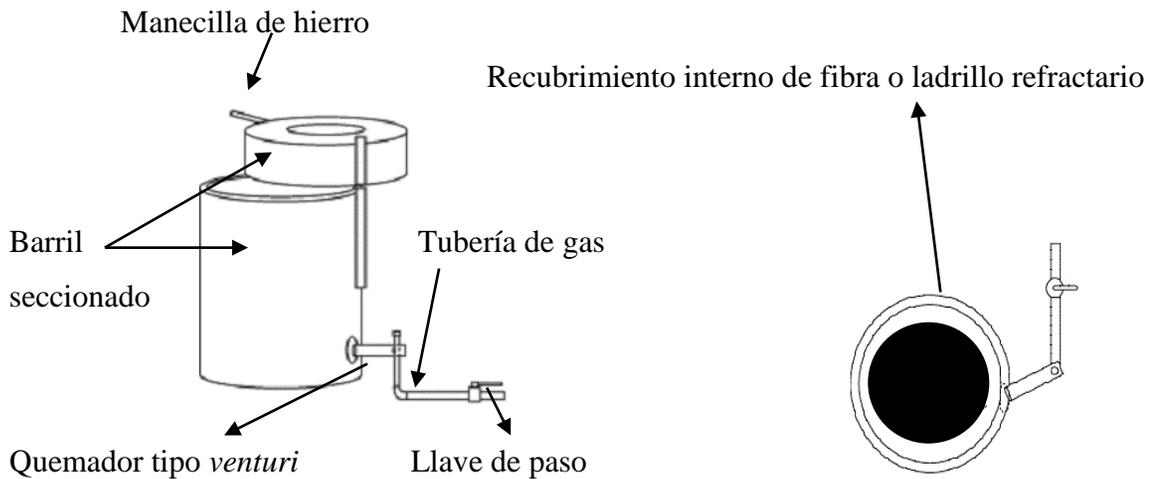
Existen muchos diseños de hornos para Rakú, desde los más sencillo fabricados artesanalmente, hasta los más complejos, fabricados industrialmente. A continuación se presentan algunos diseños de fácil construcción y bajo costo, y luego se presentan los planos e imágenes del horno utilizado en esta investigación.

---

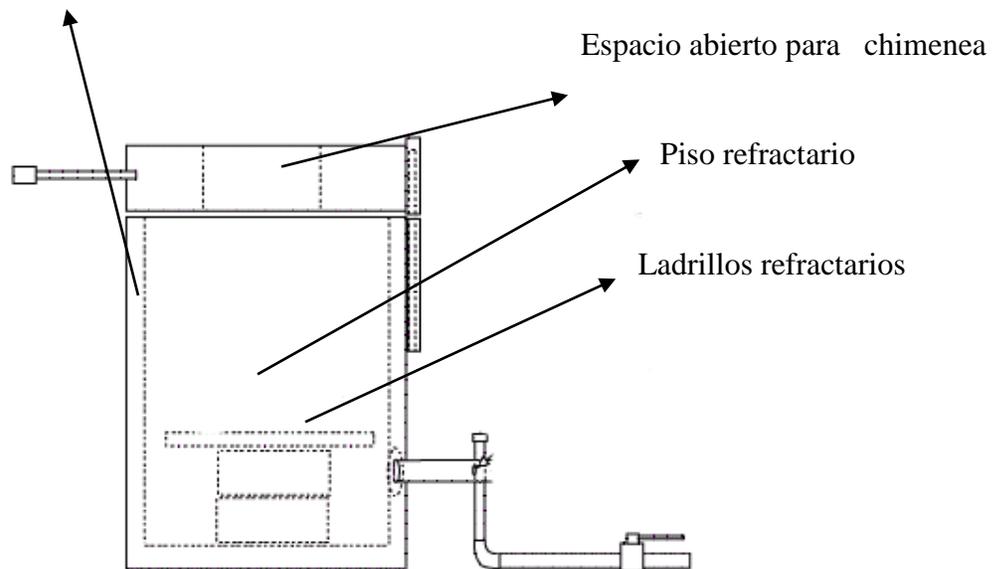
<sup>7</sup> Steven Branfman Op. Cit. pag. 19.

### DISEÑO I.

*Horno de Barril, de descarga superior y tapadera corrediza.*

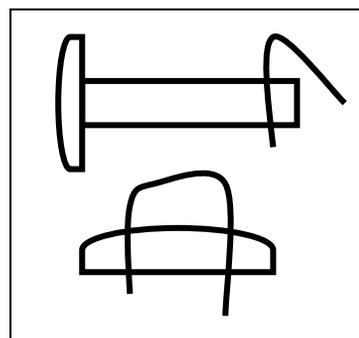
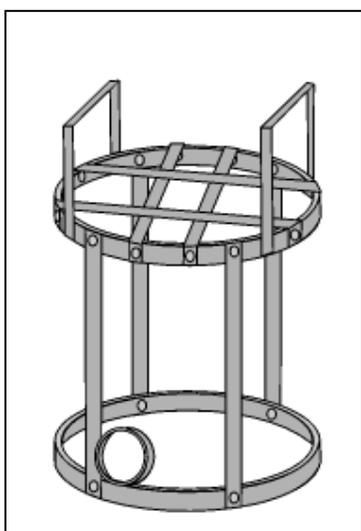


Recubrimiento interno de fibra o ladrillo refractario



**DISEÑO II.***Fig. 15*

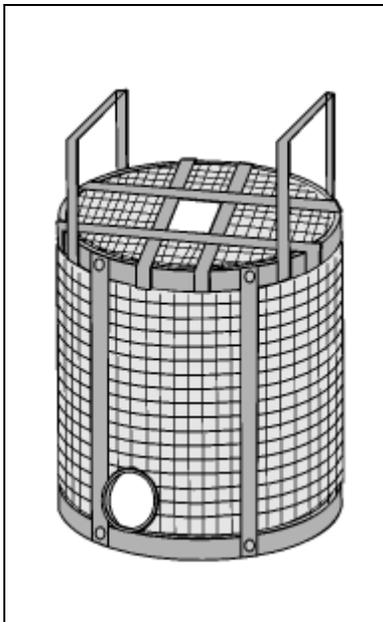
Fabrique al rededor de 20 botones de gres, quemados a un mínimo de 1160°C, estos botones pueden ser como los mostrados en la figura 16

*Fig. 16.**Fig. 17*

Para iniciar el esqueleto de este horno es necesario dos cinchas de metal del diámetro elegido, preferiblemente no mayor a 20 pulgadas. Estas serán el tope y el fondo del barril respectivamente. También fabrique una más pequeña que este de acuerdo al diámetro de su quemador, para que este pueda entrar en él y permita la circulación de aire.

Utiliza cuatro piezas de metal de aproximadamente 20 pulgadas de largo distribuidas de manera que sujeten ambas cinchas equilibradamente. En la parte superior del horno coloque cuatro cinchas mas que deberán soldarse entre si para obtener mayor rigidez, de manera que formen un cuadrado de por lo menos 5 pulgadas, este servirá para que la llama sea mas eficiente y los gases escapen con fluidez. Añada el aro para el quemador como se indica en la figura y también un par de agarraderas que permitan levantar el horno fácilmente cuando este se encuentre caliente.

Corte a la medida una parte de lamina desplegada o malla anticiclón y colóquela por la parte interior de la estructura, sujetándola preferiblemente con alambre de resistencia del tipo níquel-cromo, corte la parte que ira en el techo del horno y sujétela con el alambre al resto de la estructura. El orificio de entrada del quemador y el de salida de gases deberán también ser cortados adecuadamente.



*Fig. 18*

Recubra el interior de la lamina o malla con papel aluminio sin olvidar dejar libre la entrada del quemador y la salida de los gases. Corte un circulo de fibra cerámica de 1”1/2 o 2” de grosor y fíjelo a la parte superior de la estructura utilizando algunos clavos cerámicos y corte el espacio para la salida de la llama.

Envuelva el interior del cilindro en fibra cerámica, asegurándola con los clavos cerámicos. Es importante que la fibra quede bien colocada para evitar fugas de calor.

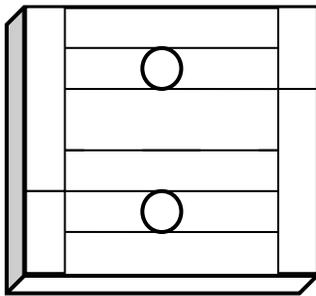
Corte los orificios que se utilizarán para la termocupla y el visor para chequear la quema. El horno deberá sostenerse en una base de material aislante, puede construirse una plataforma de ladrillo refractario. Luego se instala el quemador tipo *venturi* con su apropiado sistema de gas.

Fuente: <http://www.lockettpots.uklinux.net/pottery/rkiln.php>

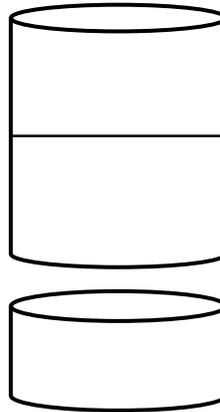
### DISEÑO III.

Este diseño fue elaborado por el grupo, es más complejo y contiene elementos particulares que facilitan los procesos de quema y extracción de las piezas, y será el utilizado para realizar la fase práctica de la investigación.

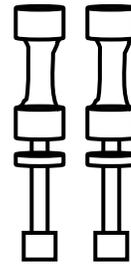
A continuación se presenta el diagrama de las partes más importantes para la realización del horno para Rakú y posteriormente, se presentan imágenes del horno en construcción y terminado.



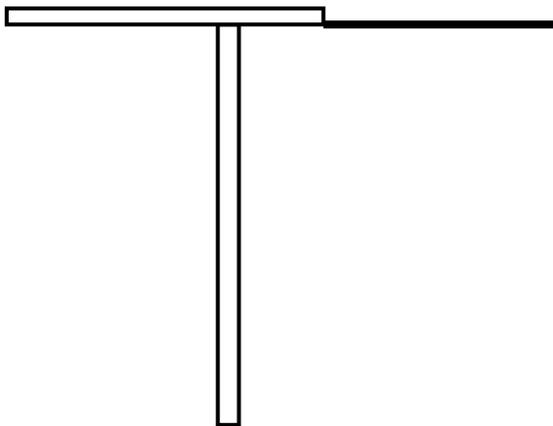
*Piso refractario*



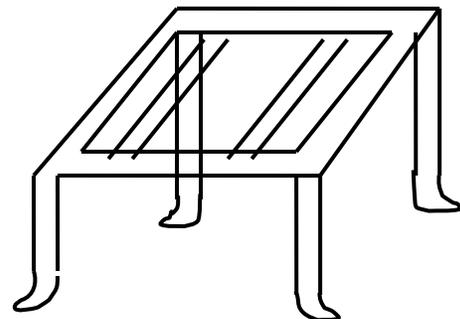
*Barril Metálico, seccionado*



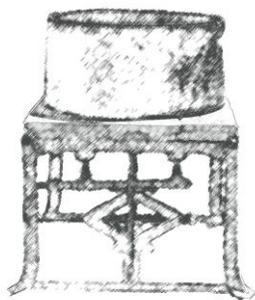
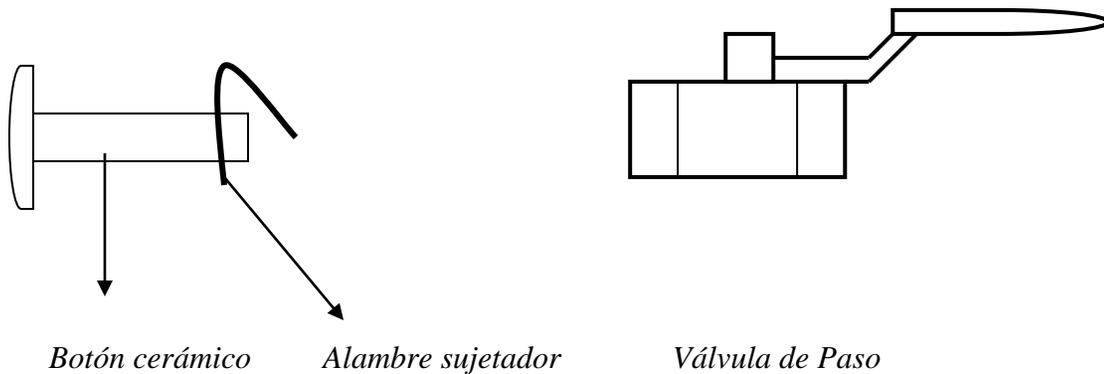
*Quemadores  
Tipo Venturi*



*Tubo metálico soldado en "T"*



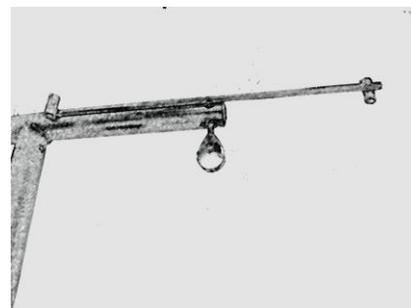
*Banquillo de ángulo ( soporte para piso)*



**Fig. 19**

*Inicialmente se construyó el banquillo de angulo, para sostener el piso de ladrillos refractarios, el cual posee dos aberturas que permiten el paso de la llama desde los quemadores hacia el interior del horno. El banquillo en su parte inferior, también sujeta el sistema de elevación de los quemadores que facilita acercar o alejarlos.*

*Detalle de el tubo metálico en forma de T, en que se observan los tubos por donde corren las extensiones de la parte superior del barril, que sirven para dar estabilidad en el momento de abrir y cerrar el horno. Además se observa una de las dos poleas colgantes por donde pasa el cable que sujeta la parte superior del horno a un contrapeso.*



**Fig. 20**

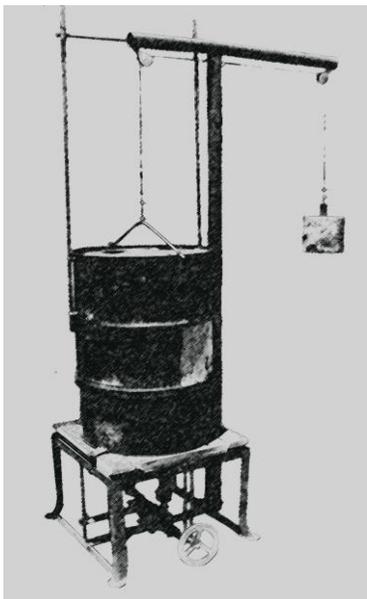


Fig. 21

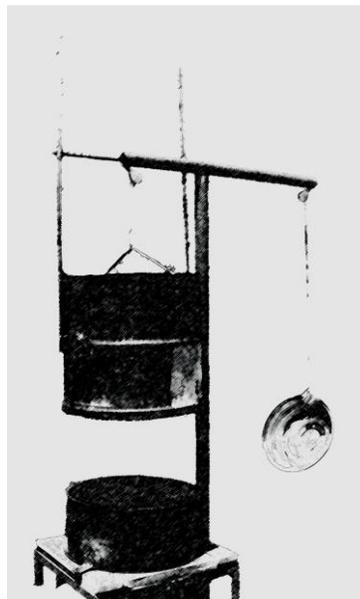


Fig. 22

Imágenes del horno completo, cerrado en la Fig. 23 y abierto en la Fig. 24. La parte inferior del barril está sujeta al banquillo por dos platinas empernadas para que pueda ser desmontable. Así mismo el tubo en forma de “T” está sujeto al banquillo por dos pernos “U”, que permiten retirarlo. A la parte superior del barril le fueron empernadas dos varillas de acero inoxidable, que pasan por las correderas soldadas en el tubo “T”. Así mismo el barril está sujeto a un cable de acero que pasa por las dos poleas y conecta a un contra peso, que facilita la apertura y cierre del horno.

El interior del horno está recubierto con fibra refractaria de dos pulgadas de espesor, sujeta al barril por clavos cerámicos, de adentro hacia fuera, los cuales están detenidos por un pasador de alambre.



Fig. 23

2° *Pinzas*: Es la herramienta que permite realizar el proceso de reducción y de choque térmico, sin la cual no podrían desarrollarse, debido a la temperatura en que se encuentran las piezas al ser retiradas del horno.

3° *Pirómetro o conos pirométricos*: Este equipo permite medir con cierto grado de exactitud, la temperatura de la atmósfera del horno durante la quema, determinándose de esta manera el momento de fusión del vidriado y por tanto de extracción de la pieza para someterla al proceso de reducción.

4° *Guantes de Kevlar o de asbesto*: Los primeros, son ideales debido a que este material permite la manipulación de las piezas a mayor temperatura que los de asbesto. Los segundos pueden utilizarse en menor medida para la manipulación de piezas después de la reducción o para proteger las manos del calor.

5° *Recipientes metálicos*: Estos recipientes son utilizados para el proceso de reducción fuera del horno y deben tener el tamaño apropiado, para contener la pieza cerámica, el material de reducción y el humo.

6° *Lentes protectores*: Equipo de seguridad necesario para proteger los ojos de los vapores y gases emanados, como de cualquier partícula que provenga de los procesos de quema y reducción

#### *TIPOS DE ATMÓSFERAS.-*

Dentro de los procesos para elaborar cerámica Rakú se encuentra el uso de las dos atmósferas de cocción:

- **Oxidante:** Esta atmósfera es utilizada para la quema del bizcocho, como para la quema de vidriado, antes de iniciar el proceso de reducción.
- **Reductora:** La atmósfera reductora es utilizada después (segunda quema) y puede ser creada tanto dentro del horno, como fuera de él, sin embargo, es mas común realizar el proceso de reducción fuera del horno a través de la combustión de materiales orgánicos en un recipiente cerrado.

#### *TEMPERATURAS.-*

- **Bizcocho:** Las temperaturas para bizcochar las piezas de Rakù, se encuentran determinadas inicialmente por la resistencia de los materiales que constituyen la pasta con la que están hechas; Así por ejemplo, si una pasta contiene altos porcentajes de materiales refractarios tales como: fire clay, caolín, sílice, o incluso arcillas locales como el barro de La Palma, el rango de temperatura del bizcocho puede llegar a los 1050°C. Si por el contrario las pastas se encuentran elaboradas a base de arcillas residuales o de bajo punto de fusión, la temperatura no deberá exceder los 1000°C.
- **Vidriado:** Aunque existen datos de que ceramistas japoneses como el mismo Chojiro, extraían las piezas del horno después de haber alcanzado altas temperaturas (1200 °C o más), la mayoría de vidriados para Rakú en la actualidad se diseñan para fundir a temperaturas que oscilan entre los 890°C y los 1050°C.

### 1.3 DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS \*.

1. *Abridor de pasta*: Material utilizado dentro de la formulación de una pasta para lograr una mejor porosidad y por consiguiente mejor resistencia al choque térmico. Entre los más utilizados se encuentran: tule, aserrín, papel de diario y papel higiénico.

2. *Acabados*: Aspecto final de una pieza de cerámica que cumple con los requisitos de funcionalidad estéticos o utilitarios, sean estos: iridiscente, brillante, opaco, rugoso, liso o texturizado.

3. *Agua de nacazcol*: Sustancia líquida obtenida de la fermentación de semillas y corteza del árbol de nacazcol.

4. *Atmósfera de cocción*: Es el ambiente formado por los diferentes gases presentes o ausentes en el interior del horno durante la quema.

5. *Cargado del horno*: Acción de introducir las piezas al horno de forma ordenada para propiciar la buena distribución del calor entre ellas.

6. *Pasta cerámica*: Combinación de dos o más arcillas y/o materiales cerámicos en porcentajes adecuados a las necesidades específicas de elaboración, utilizadas para la producción de objetos cerámicos ya sean utilitarias o artísticas.

7. *Cerámica*: Objeto elaborado en arcilla, que es sometido a un cambio químico a través de uno o más horneos que excedan los 700°C y que pueden o no presentar cubiertas vítreas.

8. *Cerámica artística*: Objetos cerámicos que presentan solvencia técnica en el desarrollo de sus formas y acabados e implican un contenido conceptual y expresan situaciones o mensajes comprensibles al espectador, de acuerdo a su entorno sociocultural.

9. *Choque térmico*: Cambio violento de temperatura a la que se expone una pieza cerámica que se saca del horno aun al rojo vivo.

10. *Craquelado de una cubierta vítrea*: Efecto que se consigue al someter el vidriado a un cambio violento de temperatura, o por la diferencia en los índices de encogimiento entre la pasta y el vidriado.

11. *Cubierta vítrea*: Sustancia elaborada con diferentes materiales cerámicos en la que intervienen un ingrediente vitrificador, un fundente y un neutro para formar un esmalte que al someterse a temperaturas específicas de horneado se funde y forma una superficie vitrificada.

12. *Materiales reductores*: Materias orgánicas de fácil combustión utilizadas para el proceso de reducción en la técnica de rakú

13. *Metalizado de las piezas*: Fenómeno químico que se origina a partir del uso de jugos de óxidos aplicados sobre un vidriado base y luego sometido a un proceso de reducción obteniéndose un acabado particular.

14. *Proceso de rusiado*: Procedimiento utilizado en la elaboración de cerámica artesanal en el municipio de Guatajiagua departamento de Morazán El Salvador, que consiste en el baño de las piezas recién sacadas del horno con una infusión a partir de semilla de nacazol y cáscaras del árbol de quebracho.

15. *Punto de fusión*: Momento en el que la cubierta vítrea se integra y se adhiere orgánicamente a la pieza, fenómeno causado por el calor al que se ha expuesto dentro del horno.

16. *Rakú*: Técnica de horneo que requiere de pastas porosas para la elaboración de las piezas cerámicas y cubiertas vítreas de baja temperatura con aplicaciones de jugo de óxidos, que deben ser sometidas a un choque térmico y puede o no involucrar un proceso de reducción.

17. *Reducción de Rakú*: Proceso de sacar la pieza del horno al rojo vivo e introducirla en un depósito con tapadera, que contenga material orgánico combustible, y así crear una atmósfera reductora, produciendo diferentes efectos en el acabado de las piezas.

18. *Terra Sigilata*: Engobe de partículas muy finas (malla 100 o más), elaborado a partir de Ballclay.

19. *Jugo de Oxido*: Solución elaborada al combinar un óxido o carbonato mineral determinado, con un porcentaje de agua hasta lograr una sustancia líquida aplicable a piezas cerámicas.

- Conceptos definidos por el grupo investigador para la comprensión de la investigación.



# CAPITULO II

## Metodología.-

## **2.0 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **2.1 NIVEL O TIPO DE ESTUDIO.**

La investigación realizada es de tipo experimental, utilizando para su desarrollo primordialmente materias primas locales, cuyos resultados fueron aplicados en la elaboración de obra artística.

En el ámbito metodológico, se determinó un proceso de observación y experimentación controlada de las variables del fenómeno investigado. Se estableció una muestra de tipo sesgada que posee un valor representativo de una población seleccionada a criterio del grupo investigador, tomando en cuenta las experiencias previas relacionadas con los fenómenos en estudio. La metodología empleada permitirá reproducir los resultados de la investigación, siempre y cuando se encuentren bajo las mismas condiciones del experimento realizado.

Los instrumentos utilizados para la recolección de la información teórica y de campo fueron: fichas bibliográficas y guía de entrevista, además se diseñó una guía de control de ensayos, para sistematizar los datos de la experimentación, los cuales se abordan posteriormente con mayor detalle.

Dado las características de investigación técnica y de aplicación de resultados al desarrollo de productos artísticos, la modalidad metodológica comprende el nivel científico y artístico los cuales se describen en los siguientes apartados.

### **2.1.1 NIVEL DE INVESTIGACIÓN:**

La parte científica de la investigación, comprende la metodología y los procedimientos que permiten realizar una experimentación controlada, de materiales cerámicos de procedencia local para la elaboración de pastas, y materiales importados para la elaboración de vidriados para Rakú.

#### **2.1.1.1 Procedimientos de laboratorio para la formulación de pastas de Rakú.**

- Preparación de materia prima.
- Elaboración de pastas de acuerdo a la muestra definida en la investigación.
- Repujado de piezas de prueba en moldes de yeso.
- Observaciones pre cocción: coloración, agua de plasticidad y encogimiento.
- Cocción bizcocho 1050°C.
- Observaciones post cocción: coloración y encogimiento.
- Selección de pastas que presentan mejores resultados.
- Elaboración de piezas para pruebas de cubierta vítrea.
- Cocción bizcocho de 180 piezas a 1050°C.

### **2.1.1.2 Procedimientos de laboratorio para la formulación de pruebas de cubiertas vítreas.**

- Elaboración de vidriados base (métodos triaxial y tetraaxial).
- Aplicación de los vidriados sobre las pastas definidas
- Cocción de vidriado 1000°C
- Observaciones: color, calidad de la superficie, temperatura de fusión.
- Selección de vidriados que presentan mejores resultados para incorporar el 1, 2 o 3% de opacificador (Zircopax) o ser coloreados con los óxidos establecidos en la investigación (Ox. Cobre, Ox. Cobalto, Ox. Cromo, Ox. Hierro, Ox. Manganeseo).
- Elaboración de vidriados con opacificador de acuerdo a los cuadros 7 y 8 de prueba.
- Aplicación de vidriados con opacificador sobre piezas bizcochadas.
- Quema de Rakú 1000°C.
- Proceso de reducción y posterior inmersión en agua.
- Elaboración de vidriados coloreados con óxidos al 1 y 2% de acuerdo al cuadro 13 y 14 de prueba. (*ver cuadros 13 y 14*)
- Aplicación de vidriados coloreados sobre piezas bizcochadas.
- Quema de Rakú 1050°C.
- Proceso de reducción (7-9 minutos) en los diferentes materiales orgánicos seleccionados, de acuerdo al cuadro 14 de prueba. (*ver cuadro 14*)
- Inmersión en agua.
- Observaciones.

### **2.1.1.3 Pruebas de jugo de óxido sobre vidriado blanco.**

- Elaboración de vidriado blanco seleccionado previamente.
- Aplicación sobre piezas bizcochadas.
- Elaboración del jugo de óxido (óxido en polvo+agua)
- Aplicación sobre vidriado blanco crudo.

Quema de Rakú 1050°C.

- Proceso de reducción (7-9 minutos) en los diferentes materiales orgánicos seleccionados, de acuerdo al cuadro 12 de prueba. (*Ver cuadro 12*)
- Inmersión en agua.
- Observaciones.

### **2.1.1.4 Pruebas de choque térmico en un líquido.**

Las pruebas de choque térmico fueron implementadas únicamente en vidriados blancos, pues se esperaba obtener algún tipo de coloración en las grietas del craquelado partiendo de los materiales utilizados para realizar la inmersión.

- Aplicación de vidriado blanco seleccionado.
- Quema de Rakú 1050°C
- Inmersión en el líquido seleccionado de acuerdo al cuadro 15 de prueba. (*Ver cuadro 15*).
- Observaciones.

## 2.1.2 NIVEL DE APLICACIÓN

En cuanto al carácter artístico, la investigación utilizó los resultados obtenidos de la experimentación para aplicarlos, a la producción de obra artística.

Para el caso de la obra artística, la conceptualización se obtuvo a partir de una lluvia de ideas, de la cual se eligió el tema. Posteriormente se procedió a la construcción de la obra tridimensional, utilizando la pasta ideal de acuerdo a los resultados de la experimentación. Así mismo se definió la aplicación de los vidriados adecuados al concepto de la obra.

### 2.1.2.1 Procedimientos para elaboración de obra artística.

- Preparación de materia prima
- Elaboración de formas individuales
- Bizcocho a 1050°C
- Aplicación de cubiertas vítreas coloreadas o jugos de óxidos.
- Procesos de reducción en tuza y aserrín debido a que presentaron mejores resultados durante la experimentación.
- Procesos de choque térmico en añil y agua
- Observaciones técnicas

## 2.2 DISEÑO DEL ESTUDIO.

### 2.2.1 POBLACIÓN Y MUESTRA.

#### **Población:**

Debido a que no existe un estudio previo en El Salvador, acerca de la técnica del Rakú, no hay un referente de población específico, por tanto la investigación comprende tanto las diferentes combinaciones de los materiales para la formulación de pastas, así como las utilizadas para elaborar los vidriados base, partiendo de los métodos triaxial y tetraaxial.

Para el caso de las pastas, la población esta definida entonces como las 66 pruebas que han sido retomadas en el diagrama del cálculo triaxial presentado en el **Anexo 6** de este documento. Siendo los materiales A= Barro gris de Quezaltepeque, B= Barro de la Palma y C= Barro rojo de Quezaltepeque.

Debido a las características de porosidad de las pastas de Rakú, es necesario que además de estas arcillas, se incluya un porcentaje agregado de abridor de pasta: chamote, aserrín, arena o papel higiénico. Este porcentaje puede variar desde el 1% hasta el 30% del peso total del cuerpo cerámico, sin embargo dentro de la investigación se utilizará el 10 o el 20%.

Por otro lado, para la formulación de vidriados, se retomó una muestra de una población basada en las 66 diferentes combinaciones que pueden obtenerse a través del método triaxial (**Anexo 6**) y de las 121 del método tetraxial (**Anexo 7**) de cálculo, utilizando los siguientes materiales:

*Triaxial:*

- A. Laguna Borate
- B. Sílice
- C. Caolín EPK

*Tetraxial:*

- A. Frita
- B. Borax
- C. Sílice
- D. Caolín EPK

**Muestra:**

La muestra elegida para la investigación es de tipo sesgada, a juicio de criterio técnico del equipo de investigador, para lo cual se han retomado únicamente aquellas pruebas que indiquen su posible funcionalidad dentro de la experimentación, de acuerdo a los conocimientos previos de formulación de pastas y vidriados.

Para tales fines la muestra se define como un conjunto de 126 pruebas que abarcan, la formulación de pastas para Rakú, la formulación de una cubierta vítrea base, partiendo de los métodos triaxial y tetraxial, para luego ser coloreada con el 1 ò el 2 % de



los óxidos seleccionados, un vidriado blanco, la experimentación con jugos de óxidos puros y con tres líquidos para realizar el choque térmico.

**MUESTRA SELECCIONADA /CUADROS DE PRUEBAS<sup>8</sup>**

**Cuadro No. 1**

**Pruebas de pasta y abridores de pasta. (Barro de la palma)**

<b>Pruebas</b>									
<b>Materiales</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
B. La Palma	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
B. Quezaltepeque									
Chamote		10%	20%						
Arena				10%	20%				
Aserrín						10%	20%		
Papel Higiénico								10%	20%

**Cuadro No. 2**

**Pruebas de pasta y abridores de pasta. (Barro de Quezaltepeque)**

<b>Pruebas</b>									
<b>Materiales</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
B. La Palma									
B. Quezaltepeque	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Chamote		10%	20%						
Arena				10%	20%				
Aserrín						10%	20%		
Papel Higiénico								10%	20%

<sup>8</sup> Fuente: Equipo investigador: Sara Boulogne, Federico Krill, Fernando De León, San Salvador, Septiembre 2006.



**Cuadro No. 3**

**Pruebas de pasta y abridores de pasta. (Barro de la palma/Quezaltepeque)**

<b>Pruebas</b>									
<b>Materiales</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>
B. La Palma	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
B. Quezaltepeque	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Chamote		10%	20%						
Arena				10%	20%				
Aserrín						10%	20%		
Papel Higiénico								10%	20%

**Cuadro No. 4**

**Pruebas de pasta y abridores de pasta. (Barro de la palma/Quezaltepeque)**

<b>Pruebas</b>									
<b>Materiales</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>
B. La Palma	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
B. Quezaltepeque	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Chamote		10%	20%						
Arena				10%	20%				
Aserrín						10%	20%		
Papel Higiénico								10%	20%



**Cuadro No. 5**

**Pruebas de vidriado, base transparente. (método Triaxial)**

<b>Prueba</b> <b>Material</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Laguna Borate	50%	60%	70%	80%
Sílice	30%	20%	15%	10%
Caolín EPK	20%	20%	15%	10%

**Cuadro No. 6**

**Pruebas de vidriado, base transparente. (método Tetraaxial)**

<b>Prueba</b> <b>Material</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Frita	55%	60%	70%	80%
Borax	25%	20%	10%	5%
Sílice	10%	10%	10%	5%
Caolín EPK	10%	10%	10%	10%

**Cuadro No. 7**

**Pruebas de vidriado blanco. Formula 1.**

<b>Prueba</b> <b>Material</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Laguna Borate	80%	80%	80%
Sílice	10%	10%	10%
Caolín EPK	10%	10%	10%
Zircopax	1%	2%	3%

**Cuadro No. 8****Pruebas de vidriado blanco. Formula 2.**

<b>Material</b> \ <b>Prueba</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Frita	55%	55%	55%
Borax	25%	25%	25%
Sílice	10%	10%	10%
Caolín EPK	10%	10%	10%
Zircopax	1%	2%	3%

**Cuadro No. 9****Pruebas de vidriado blanco. Formula 3.**

<b>Material</b> \ <b>Prueba</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Frita	70%	70%	70%
Borax	10%	10%	10%
Sílice	10%	10%	10%
Caolín EPK	10%	10%	10%
Zircopax	1%	2%	3%

**Cuadro No. 10****Reformulación de vidriados blancos.**

<b>Material</b> \ <b>Prueba</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Frita	80%	70%	80%	70%
Carbonato de calcio	10%	15%	5%	10%
Sílice	10%	15%	5%	10%
Magnesio	-	-	10%	10%
Zircopax	3%	3%	3%	3%

**Cuadro No. 11.****Reformulación de vidriados blancos.**

<b>Prueba</b> <b>Material</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Laguna Borate	80%	70%	80%	70%
Carbonato de calcio	10%	15%	5%	10%
Sílice	10%	15%	5%	10%
Magnesio	-	-	10%	10%
Zircopax	3%	3%	3%	3%

**Cuadro 12.****Reformulación de vidriados blancos.**

<b>Prueba</b> <b>Material</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Laguna Borate	70%	80%
Feldespató	20%	20%
Magnesio	10%	-
Zircopax	3%	3%

**Cuadro 13.****Reformulación de vidriados blancos.**

<b>Prueba</b> <b>Material</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Frita	80%	70%
Feldespató	20%	15%
Magnesio	-	15%
Zircopax	3%	3%





**Cuadro No. 16.**

**Pruebas de vidriado coloreado, sometido a reducción.-**

Pruebas Materiales	1	2	3	4
Ox. cobre 1%	Cascara de arroz	Aserrín	Papel reciclado	Tuzas
	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Ox Cobre 2%	Cascara de arroz	Aserrín	Papel reciclado	Tuzas
	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Ox. Cobalto 1%	Cascara de arroz	Aserrín	Papel reciclado	Tuzas
	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
Ox. Cobalto 2%	Cascara de arroz	Aserrín	Papel reciclado	Tuzas
	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
Ox. Cromo 1%	Cascara de arroz	Aserrín	Papel reciclado	Tuzas
	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>
Ox. Cromo 2%	Cascara de arroz	Aserrín	Papel reciclado	Tuzas
	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>
Ox. Hierro 1%	Cascara de arroz	Aserrín	Papel reciclado	Tuzas
	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>
Ox. Hierro 2%	Cascara de arroz	Aserrín	Papel reciclado	Tuzas
	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>
Ox.Manganeso1%	Cascara de arroz	Aserrín	Papel reciclado	Tuzas
	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>40</b>
Ox.Manganeso2%	Cascara de arroz	Aserrín	Papel reciclado	Tuzas

**Cuadro No. 17.**

**Pruebas de choque térmico en un líquido.-**

Prueba Material	1	2	3	4	5	6
Agua	30 Seg.			1 min.		
Agua de Nacazcol		30 Seg.			1 min.	
Añil			30 seg.			1 min.

### 2.2.2 PROCEDIMIENTOS PARA OBTENER LOS DATOS.

De acuerdo al carácter cuantitativo de la investigación, los procedimientos para obtener los datos corresponden a las fuentes que se han seleccionado para conseguir la información, su localización y los métodos de recolección utilizados.

Para esto se determinó la utilización de fuentes bibliográficas, digitales y de campo, además de informantes clave que puedan aportar datos técnicos pertinente al desarrollo del tema. En el caso de la bibliografía, los libros utilizados debieron adquirirse fuera del país, pues no existe literatura especializada de este tipo en ninguna de las librerías o bibliotecas nacionales. Los informantes clave son ceramistas residentes de El Salvador, a quienes se contactó inicialmente por teléfono para concertar un encuentro, donde se realizó una entrevista guiada. Los métodos de recolección estuvieron determinados por el carácter de los datos, así la información teórica se obtuvo a partir de *fichas bibliográficas*, o a través de la *guía de entrevista (Anexo 8)*, y los resultados de la parte experimental se obtuvieron a través de la *observación directa* y las *guías de control y registro de ensayo*.

Se presentan a continuación los instrumentos de recolección y medición de datos necesarios para la formulación del problema, la respectiva elaboración del marco teórico y la obtención de los datos de la experimentación.

### 2.2.3 INSTRUMENTOS.

#### *De recolección de datos:*

*Fichas bibliográficas:* A través de estas se recolectará la información teórica necesaria para la formulación del problema, así como para elaborar el marco teórico de la investigación.

*Guía de entrevista:* Esta será utilizada para obtener la información necesaria para el marco teórico y los antecedentes de investigación, a través de entrevistas a informantes claves.

*Guías de control de ensayos:* Por medio de estas guías se sistematizarán los datos obtenidos a través de la observación y medición, para su posterior análisis e interpretación.

#### *De medición:*



*Pie de Rey:* Es un instrumento para medir dimensiones precisas de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros. Consta de una "regla" con una escuadra en un extremo, sobre la cual desliza otra destinada a indicar la medida en una escala, que puede ser en milímetros, centímetros o en pulgadas.



*Pirómetro digital:* Aparato que mide la temperatura de las emisiones de calor de un objeto o atmósfera.



*Báscula:* Instrumento utilizado para medir la cantidad de peso o masa de diferentes cuerpos, ya sea orgánicos o inorgánicos. Existen diferentes tipos que varían en escala y precisión de acuerdo al uso que se les vaya a dar.



*Báscula digital:* Instrumento utilizado para medir pequeñas cantidades de peso o masa con mayor precisión que una báscula normal.



*Reloj cronómetro:* La aplicación del cronómetro es la de un reloj que mide con gran precisión, un tiempo determinado.



*Lupa:* Una lupa es una lente biconvexa montada en un soporte circular que, dependiendo de su diseño, y muy comúnmente, del uso específico en cierta área de trabajo o investigación, puede o no tener un mango para facilitar su manejo. El uso primordial de la lupa es el de ampliar pequeñas zonas para obtener una mejor visualización.

## **2.3 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.**

Para el procesamiento de los datos, se ha definido la utilización de la estadística descriptiva para organizar, resumir y describir los datos de la fase experimental, a través de gráficas y tablas. Posteriormente se incorporará la estadística inferencial para el análisis e interpretación de los mismos.

### **2.3.1 PRESENTACIÓN DE LOS DATOS.**

Para la presentación de los datos se han utilizado tablas, donde se reflejan los resultados de la observación directa llevada a cabo por los investigadores, durante y después de la experimentación.

Las tablas reflejan el control sobre los indicadores de las variables establecidas al inicio de la investigación, para cada experimento realizado. Así se presentan los resultados de la experimentación de pastas, vidriados base, vidriados con opacificador (o vidriados blancos), jugos de óxido aplicados sobre un vidriado blanco, vidriados coloreados y sus respectivos resultados después de ser sometidos al proceso de reducción con diferentes materiales orgánicos. Además de la reformulación de los vidriados blancos para satisfacer las necesidades de la obra artística final.

**TABLA 1.**  
**PRESENTACIÓN DE DATOS.**  
**PRUEBAS DE PASTA ENSAYOS FISICO-TÉRMICOS**

El número asignado en la tabla corresponde a los cuadros de prueba de la muestra seleccionada por el grupo investigador Ej: cuadro 1, prueba 1 (1-1), cuadro 2, prueba 1 (2-1).

No.	Abridor de pasta	Tamaño de partícula	% utilizado	Encogimiento total	Resistencia al choque térmico
1-1	Ninguno	Ninguno	0	6.5%	Buena
1-2	Chamote	Fina	10	6%	Buena
1-3	Chamote		20	5.5%	Buena
1-4	Arena	Pequeña	10	6.5%	Buena
1-5	Arena	Pequeña	20	6.0%	Buena
1-6	Aserrín	Mediana	10	6.5%	Buena
1-7	Aserrín	Mediana	20	6.5%	Buena
1-8	P. Higiénico	Grande	10	7%	Buena
1-9	P. Higiénico	Grande	20	7%	Buena
2-10	Ninguno	Ninguno	0	15%	Mala
2-11	Chamote	Fina	10	12%	Mala
2-12	Chamote	Fina	20	10%	Buena
2-13	Arena	Pequeña	10	11.5%	Buena
2-14	Arena	Pequeña	20	10%	Buena
2-15	Aserrín	Mediana	10	12%	Buena
2-16	Aserrín	Mediana	20	11.5%	Buena
2-17	P. Higiénico	Grande	10	13%	Buena
2-18	P. Higiénico	Grande	20	14%	Buena
3-19	Ninguno	Ninguno	0	8%	Buena
3-20	Chamote	Fina	10	7.5%	Buena
3-21	Chamote	Fina	20	6.5%	Excelente
3-22	Arena	Pequeña	10	7.5%	Buena
3-23	Arena	Pequeña	20	7%	Excelente
3-24	Aserrín	Mediana	10	8%	Excelente
3-25	Aserrín	Mediana	20	7.5%	Buena
3-26	P. Higiénico	Grande	10	8.5%	Buena
3-27	P. Higiénico	Grande	20	8.5%	Buena
4-28	Ninguno	Ninguno	0	9%	Buena
4-29	Chamote	Fina	10	7.5%	Buena
4-30	Chamote	Fina	20	7.5%	Excelente
4-31	Arena	Pequeña	10	8%	Buena
4-32	Arena	Pequeña	20	7%	Excelente
4-33	Aserrín	Mediana	10	8.5%	Excelente
4-34	Aserrín	Mediana	20	8%	Buena
4-35	P. Higiénico	Grande	10	9%	Buena
4-36	P. Higiénico	Grande	20	10%	Buena

**TABLA 2.****PRESENTACIÓN DE DATOS.****PRUEBAS DE VIDRIADO BASE TRANSPARENTE.**

El número asignado en la tabla corresponde a los cuadros de prueba de la muestra seleccionada por el grupo investigador Ej: cuadro 5, prueba 1 (5-1).

No.	% Fundente Utilizado	T°	Fusibilidad	Color	Textura
5-1	50% L. Borate	1000-1050°C	Mala	Lechoso	Áspero
5-2	60% L. Borate	1000°-1050C	Regular	Lechoso	Áspero
5-3	70% L. Borate	1000-1050°C	Buena	Transparente	Liso
5-4	80% L. Borate	1000-1050°C	Excelente	Transparente	Liso
6-5	55% Frita	1000-1050°C	Buena	Lechoso	Liso
6-6	60% Frita	1000-1050°C	Buena	Lechoso	Liso
6-7	70% Frita	1000-1050°C	Excelente	Transparente	Liso
6-8	80% Frita	1000-1050°C	Excelente	Transparente	Liso

**TABLA 3.****PRESENTACIÓN DE DATOS.****PRUEBAS DE OPACIFICADOR SOBRE VIDRIADOS BASE SELECCIONADOS.**

Los porcentajes de opacificador fueron aplicados sobre los vidriados base que tuvieron mejor resultado en la prueba de fusibilidad, así los códigos son 7-1 (cuadro 7, prueba 1) 8-1 (cuadro 8, prueba 1) y 9-7 (cuadro 9, prueba 1).

No.	% de opacificador	T°	Craquelado	Color	Textura
7-1	1%	1000-1050°C	Poco	Transparente	Liso
7-2	2%	1000-1050°C	Nada	Semi-transparente	Liso
7-3	3%	1000-1050°C	Poco	Lechoso	Liso
8-4	1%	1000-1050°C	Poco	Lechoso	Liso
8-5	2%	1000-1050°C	Nada	Lechoso	Liso
8-6	3%	1000-1050°C	Poco	Blanco traslucido	Liso
9-7	1%	1000-1050°C	Nada	Blanco	Liso
9-8	2%	1000-1050°C	Poco	Blanco	Liso
9-9	3%	1000-1050°C	Poco	Blanco	Liso

**TABLA 4.**  
**PRESENTACIÓN DE DATOS**  
**REFORMULACIÓN DE VIDRIADOS CON OPACIFICADOR.**

Debido a que los resultados de los vidriados base con opacificador no produjeron los efectos deseados para su aplicación en la obra artística, se definieron 4 formulaciones nuevas con 12 pruebas en total presentando los siguientes resultados:

No.	% de Opacificador	T°	Craquelado	Color	Textura
10-1	3%	1050°C	Nada	Blanco traslucido	Liso
10-2	3%	1050°C	Poco	Blanco	Liso
10-3	3%	1050°C	Medio	Blanco	Liso
10-4	3%	1050°C	Poco	Blanco	Áspero
11-5	3%	1050°C	Mucho	Transparente	Liso
11-6	3%	1050°C	Medio	Transparente	Liso
11-7	3%	1050°C	Poco	Transparente	Liso
11-8	3%	1050°C	poco	Lechoso	Liso
12-9	3%	1050°C	Medio	Trasparente	Liso
12-10	3%	1050°C	Mucho	Lechoso	Liso
13-11	3%	1050°C	Poco	Blanco	Liso
13-12	3%	1050°C	Poco	Blanco	Liso

**TABLA 5.**  
**PRESENTACIÓN DE DATOS.**  
**PRUEBAS DE JUGO DE ÓXIDO SOBRE VIDRIADO BLANCO.**

El número asignado en la tabla corresponde a los cuadros de prueba de la muestra seleccionada por el grupo investigador Ej: cuadro 12, prueba 1 (12-1).

No.	Oxido	T°	Tiempo de reducciòn	Material reductor	Color obtenido	Textura
13-1	Cobre	1050°C	7-9 min	Cáscara de arroz	Verde esmeralda	Liso
13-2	Cobre	1050°C	7-9 min	Aserrín	Verde musgo	Liso
13-3	Cobre	1050°C	7-9 min	Papel reciclado	Cobre/dorado/ pardo/metalizado	Liso
13-4	Cobre	1050°C	7-9 min	Tuza	Verde esmeralda /metalizado	Liso
13-5	Cobalto	1050°C	7-9 min	Cáscara de arroz	Azul	Burbujeado
13-6	Cobalto	1050°C	7-9 min	Aserrín	Azul oscuro	Burbujeado
13-7	Cobalto	1050°C	7-9 min	Papel reciclado	Azul oscuro	Burbujeado
13-8	Cobalto	1050°C	7-9 min	Tuza	Azul	Liso
13-9	Cromo	1050°C	7-9 min	Cáscara de arroz	Verde grama	Liso
13-10	Cromo	1050°C	7-9 min	Aserrín	Verde grama	Burbujeado
13-11	Cromo	1050°C	7-9 min	Papel reciclado	Verde grama	Burbujeado
13-12	Cromo	1050°C	7-9 min	Tuza	Verde grama	Burbujeado
13-13	Hierro	1050°C	7-9 min	Cáscara de arroz	Café/ocre	Burbujeado
13-14	Hierro	1050°C	7-9 min	Aserrín	Ocre/pardo	Burbujeado
13-15	Hierro	1050°C	7-9 min	Papel reciclado	Café pardo	Burbujeado
13-16	Hierro	1050°C	7-9 min	Tuza	Café/ocre	Burbujeado
13-17	Manganeso	1050°C	7-9 min	Cáscara de arroz	Café/ocre metalizado	Liso
13-18	Manganeso	1050°C	7-9 min	Aserrín	Café/pardo/ metalizado	Liso
13-19	Manganeso	1050°C	7-9 min	Papel reciclado	Café-dorado	Liso
13-20	Manganeso	1050°C	7-9 min	Tuza	Café/dorado Cobre metalizad	Liso

**TABLA 6.**  
**PRESENTACIÓN DE DATOS.**  
**VIDRIADOS COLOREADOS CON ÓXIDOS.**

El número asignado en la tabla corresponde a los cuadros de prueba de la muestra seleccionada por el grupo investigador Ej: cuadro 13, prueba 1 (13-1).

<b>No.</b>	<b>% óxido Utilizado</b>	<b>T°</b>	<b>Fusibilidad</b>	<b>Color obtenido</b>	<b>Textura</b>
14-1	1% cobre	1000-1050°C	Excelente	Verde traslucido	Liso
14-2	2% cobre	1000°-1050C	Excelente	Verde esmeralda traslucido	Liso
14-3	1% cobalto	1000-1050°C	Excelente	Azul traslucido	Liso
14-4	2% cobalto	1000-1050°C	Excelente	Azul oscuro	Liso
14-5	1% cromo	1000-1050°C	Excelente	Verde traslucido	Liso
14-6	2% cromo	1000-1050°C	Excelente	Verde grama	Liso
14-7	1% hierro	1000-1050°C	Excelente	Transparente	Liso
14-8	2% hierro	1000-1050°C	Excelente	Transparente	Liso
14-9	1% manganeso	1000-1050°C	Excelente	Pardo traslucido	Liso
14-10	2% manganeso	1000-1050°C	Excelente	Pardo traslucido	Liso

TABLA 7.

## PRESENTACIÓN DE DATOS

## VIDRIADOS COLOREADOS SOMETIDOS A REDUCCIÓN.

El número asignado en la tabla corresponde a los cuadros de prueba de la muestra seleccionada por el grupo investigador Ej: cuadro 14, prueba 1 (14-1).

No.	% óxido Utilizado	T°	Tiempo de reducción	Material reductor	Color obtenido	Textura
15-1	1% cobre	1050°C	7-9 min.	Cáscara de arroz	Verde traslucido/destellos metálicos .	Liso
15-2	1% cobre	1050°C	7-9 min.	Aserrín	Aqua /destellos metálicos	Liso
15-3	1% cobre	1050°C	7-9 min.	Papel reciclado	Traslucido/mancha parda	Liso
15-4	1% cobre	1050°C	7-9 min.	Tuza	Cobre metalizado/destellos verdes	Liso
15-5	2% cobre	1050°C	7-9 min.	Cáscara de arroz	Cobre metalizado/manchas verdes oscuras	Liso
15-6	2% cobre	1050°C	7-9 min.	Aserrín	Aqua	Liso
15-7	2% cobre	1050°C	7-9 min.	Papel reciclado	Verde esmeralda/destellos dorados	Liso
15-8	2% cobre	1050°C	7-9 min.	Tuza	Cobre metalizado	Liso
15-9	1% Cobalto	1050°C	7-9 min.	Cáscara de arroz	Azul translucido	Liso
15-10	1% Cobalto	1050°C	7-9 min.	Aserrín	Azul translucido	Liso
15-11	1% Cobalto	1050°C	7-9 min.	Papel reciclado	Azul translucido	Liso
15-12	1% Cobalto	1050°C	7-9 min.	Tuza	Azul translucido	Liso
15-13	2% Cobalto	1050°C	7-9 min.	Cáscara de arroz	Azul oscuro	Liso
15-14	2% Cobalto	1050°C	7-9 min.	Aserrín	Azul oscuro	Liso
15-15	2% Cobalto	1050°C	7-9 min.	Papel reciclado	Azul oscuro	Liso
15-16	2% Cobalto	1050°C	7-9 min.	Tuza	Azul oscuro	Liso
15-17	1% Cromo	1050°C	7-9 min.	Cáscara de arroz	Verde translucido	Liso
15-18	1% Cromo	1050°C	7-9 min.	Aserrín	Verde translucido	Liso
15-19	1% Cromo	1050°C	7-9 min.	Papel reciclado	Verde translucido	Liso

15-20	1% Cromo	1050°C	7-9 min.	Tuza	Verde translucido	Liso
15-21	2% Cromo	1050°C	7-9 min.	Cáscara de arroz	Verde grama/ vetas metalizadas	Liso
15-22	2% Cromo	1050°C	7-9 min.	Aserrín	Verde grama	Liso
15-23	2% Cromo	1050°C	7-9 min.	Papel reciclado	Verde grama	Liso
15-24	2% Cromo	1050°C	7-9 min.	Tuza	Verde grama	Liso
15-25	1% Hierro	1050°C	7-9 min.	Cáscara de arroz	Translucido/vetas café oscuro	Liso
15-26	1% Hierro	1050°C	7-9 min.	Aserrín	Traslucido/manchas café	Liso
15-27	1% Hierro	1050°C	7-9 min.	Papel reciclado	Traslucido/Manchas pardas	Liso
15-28	1% Hierro	1050°C	7-9 min.	Tuza	Traslucido/Manchas café	Liso
15-29	2% Hierro	1050°C	7-9 min.	Cáscara de arroz	Translucido/vetas café oscuro	Liso
15-30	2% Hierro	1050°C	7-9 min.	Aserrín	Traslucido/manchas café	Liso
15-31	2% Hierro	1050°C	7-9 min.	Papel reciclado	Traslucido/Manchas pardas	Liso
15-32	2% Hierro	1050°C	7-9 min.	Tuza	Traslucido/manchas café	Liso
15-33	1% Manganeso	1050°C	7-9 min.	Cáscara de arroz	Pardo translucido/Destellos metálicos	Liso
15-34	1% Manganeso	1050°C	7-9 min.	Aserrín	Verde/café/destellos metálicos	Liso
15-35	1% Manganeso	1050°C	7-9 min.	Papel reciclado	Pardo translucido/Destellos metálicos	Liso
15-36	1% Manganeso	1050°C	7-9 min.	Tuza	Pardo translucido/metalizado	Liso
15-37	2% Manganeso	1050°C	7-9 min.	Cáscara de arroz	Pardo translucido	Liso
15-38	2% Manganeso	1050°C	7-9 min.	Aserrín	Pardo metalizado	Liso
15-39	2% Manganeso	1050°C	7-9 min.	Papel reciclado	Pardo translucido/mancha café oscuro	Liso
15-40	2% Manganeso	1050°C	7-9 min.	Tuza	Cobre metalizado	Liso

**TABLA 8.****PRESENTACIÓN DE DATOS.****PRUEBAS DE INMERSIÓN EN UN LÍQUIDO PARA OBTENER TINTURA EN POSIBLES CRAQUELADOS.**

Las pruebas sometidas a esta condición, fueron las de vidriado blanco que presentaron mejores índices de craquelación (cuadro 8, prueba 6), (cuadro 9, prueba 9), (cuadro 11, prueba 5), (cuadro 12, prueba 10), con el fin de observar si los líquidos penetraban en las grietas y dejaban una huella de color.

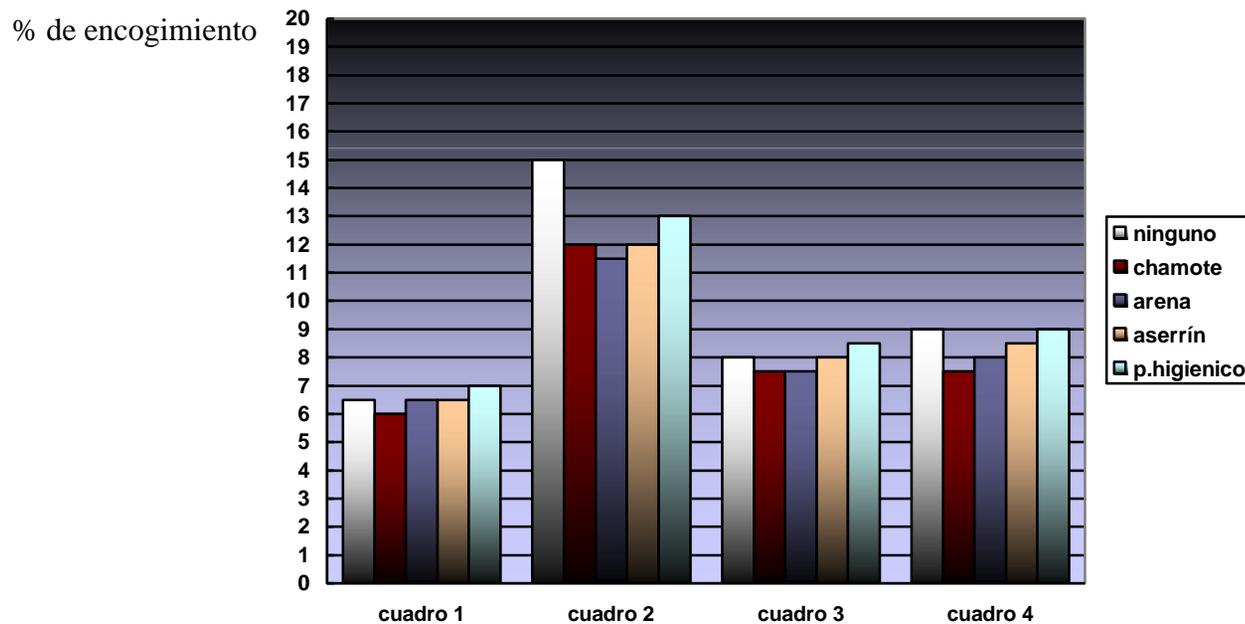
En el caso de la prueba 11-5, debido a que la cubierta vítrea era transparente, pero presentaba uno de los mejores craquelados, se procedió a su aplicación sobre un engobe blanco y así percibir la huella de color dejada por el líquido de inmersión.

<b>Pruebas seleccionada</b>	<b>Líquido de inmersión</b>	<b>Tiempo de inmersión</b>	<b>Resultado</b>
8-6	Agua	5-7 min.	Blanco
	Añil	5-7 min.	Blanco
	Nacazcol	5-7 min.	Blanco
9-9	Agua	5-7 min.	Blanco
	Añil	5-7 min.	Grietas pequeñas azules
	Nacazcol	5-7 min.	Blanco/manchas café
11-5	Agua	5-7 min.	Blanco
	Añil	5-7 min.	Grietas azules
	Nacazcol	5-7 min.	Grietas grises/manchas café
12-10	Agua	5-7 min.	Blanco
	Añil	5-7 min.	Grietas azules evidentes
	Nacazcol	5-7 min.	Grietas grises/fondo beige

### 2.3.2 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS DE ANÁLISIS

#### GRAFICA 1. Encogimiento total, abridor de pasta al 10%.

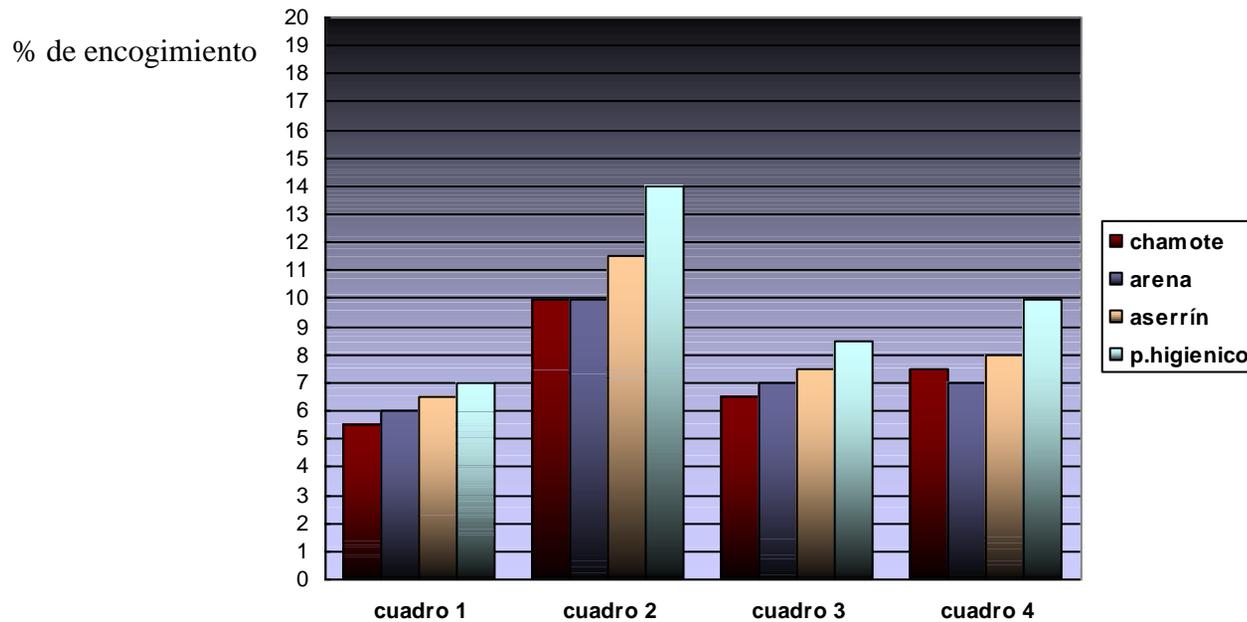
Relación: En porcentaje de encogimiento total de cada pasta con abridores de pasta al 10%, en los cuadros 1, 2, 3 y 4.



- En la gráfica se observa que el mayor encogimiento se experimenta en las pruebas que no contienen ningún abridor de pasta y sobre todo aquellas que pertenecen al cuadro dos de experimentación (barro de quezaltepeque 100%)
- Después de las pruebas sin abridor de pasta, las siguientes en encogimiento corresponden a aquellas que contienen papel higiénico.
- Las pruebas que tienen menor encogimiento corresponden a las de chamote y en segunda instancia las que contienen arena.

## GRAFICA 2. Encogimiento total, abridor de pasta al 20%.

Relación: En porcentaje de encogimiento total de cada pasta con abridores de pasta al 20%, en los cuadros 1, 2, 3 y 4.



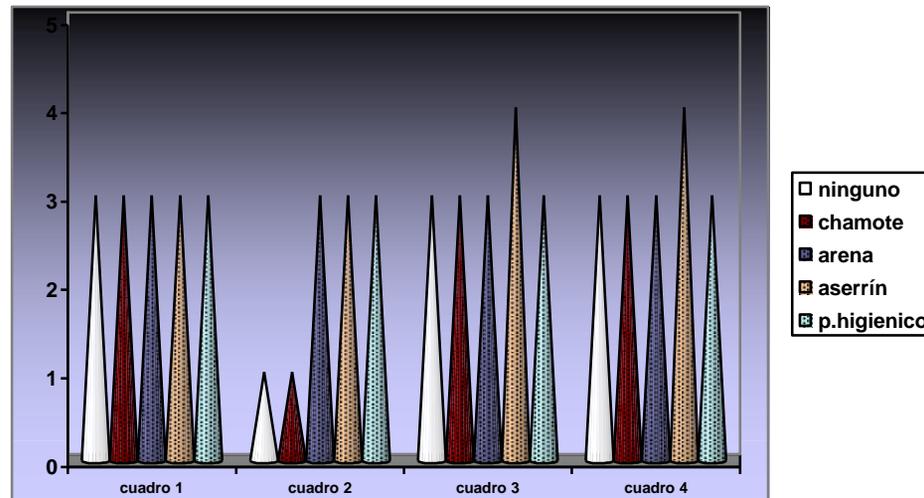
- Con el 20% de abridor de pasta, todas las pruebas reducen su encogimiento, obteniéndose mejores resultados
- Las pruebas del cuadro 2 se mantiene con el mayor índice de encogimiento, al igual que aquellas pruebas que contienen papel higiénico en los diferentes cuadros de prueba.
- El chatote y la arena siguen presentando los mejores resultados siendo las pruebas que los contienen las que menos encogen.

### GRAFICA 3. Resistencia al choque térmico, abridor de pasta al 10%.

Relación: abridor de pasta al 10% / resistencia al choque térmico, en los cuadros 1, 2, 3 y 4, donde la escala corresponde a:

- 1 Mala resistencia: pruebas fracturadas, o deformaciones severas por el choque térmico.
- 2 Regular: pruebas que presentan deformaciones leves o grietas en la superficie.
- 3 Buena: Pruebas que resistieron bien el choque térmico pero presentan alguna irregularidad
- 4 Excelente: pruebas que no presentaron ningún problema durante o después del choque térmico.

Resistencia al  
choque térmico



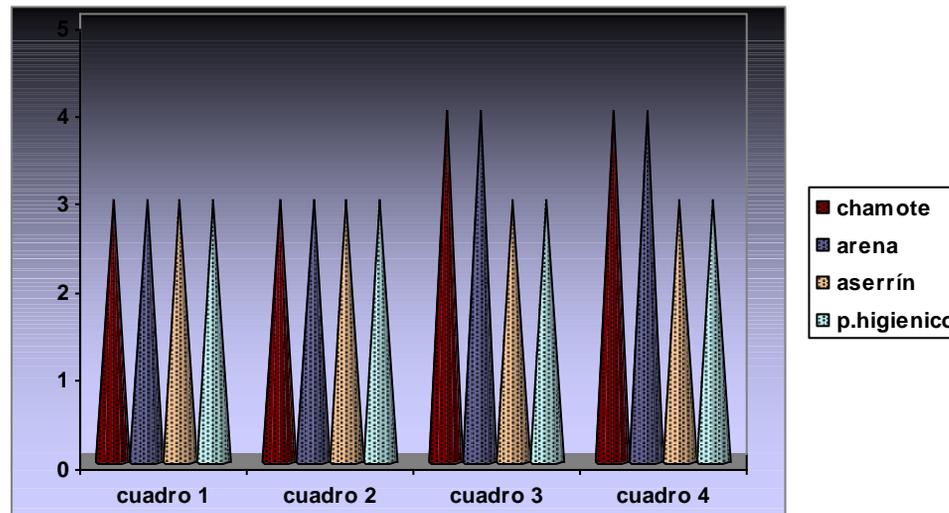
- Las pruebas del cuadro dos, especialmente las que no contenían abridor de pasta y la de chamote, se fracturaron con el choque térmico.
- Las que presentaron mejores resultados fueron las de los cuadros 3 y 4 con aserrín. Sin embargo las demás fueron satisfactorias.

#### GRAFICA 4. Resistencia al choque térmico, abridor de pasta al 20%.

Relación: abridor de pasta al 20% / resistencia al choque térmico, en los cuadros 1, 2, 3 y 4, donde la escala corresponde a:

- 1 Mala resistencia: pruebas fracturadas, o deformaciones severas por el choque térmico.
- 2 Regular: pruebas que presentan deformaciones leves o grietas en la superficie.
- 3 Buena: Pruebas que resistieron bien el choque térmico pero presentan alguna irregularidad
- 4 Excelente: pruebas que no presentaron ningún problema durante o después del choque térmico.

Resistencia al  
Choque térmico

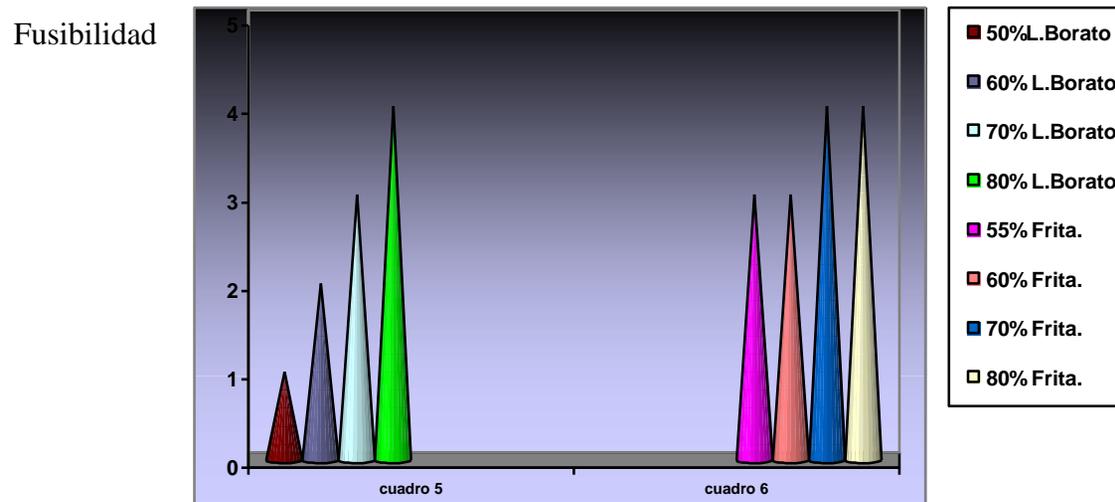


- Incluyendo un 20% de abridor de pasta en las pruebas, se observa mejor resistencia al choque térmico, incluso en las pruebas del cuadro 2.
- Los mejores resultados se obtuvieron en los cuadros 3 y 4 con chatote y arena.

## GRAFICA 5. Fusibilidad.

Relación: fusibilidad / % de fundente utilizado, en vidriados base transparente cuadros 5 y 6, donde la escala corresponde a:

- 1 Mala: el vidriado no fundió correctamente, no hay transparencia y la superficie es áspera.
- 2 Regular: el vidriado no fundió correctamente, no hay transparencia, la superficie no es lisa completamente.
- 3 Buena: el vidriado fundió pero no es completamente transparente.
- 4 Excelente: el vidriado fundió y es transparente.

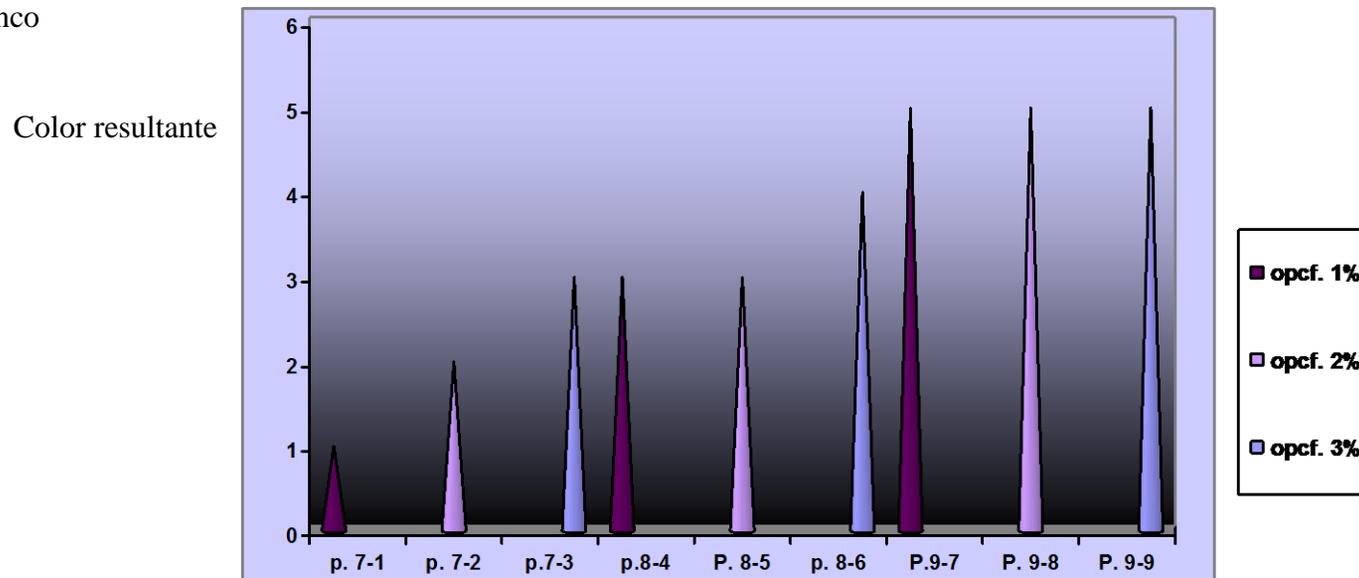


- Los vidriados formulados utilizando Borato de Laguna como fundente son los que presentan mayores discrepancias en su fusibilidad, de acuerdo a los porcentajes utilizados.
- Los vidriados formulados con frita, presentan mejor fusibilidad en todo el proceso.

## GRAFICA 6. Transparencia y opacidad.

Relación: En porcentaje de opacificador / color resultante, donde la escala corresponde a:

- 1 Transparente
- 2 Semi-transparente
- 3 Lechoso
- 4 Blanco traslucido
- 5 Blanco

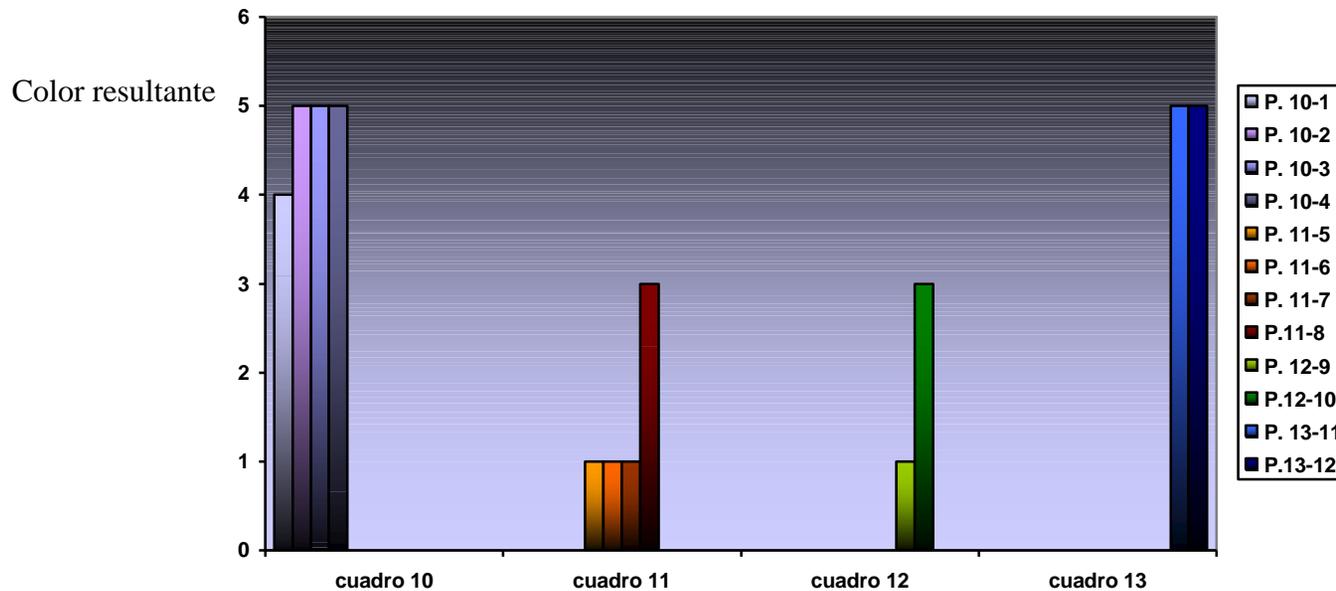


- Las pruebas del cuadro 7 formuladas con Borato de laguna presentan una opacificación lechosa al agregarse un 3% de Zircopax, mientras que las elaboradas en los cuadros 8 y 9 con frita, presentan opacificación completa al agregarse el mismo porcentaje de opacificador.

## GRAFICA 7. Reformulación de transparencia y opacidad.

Relación: pruebas de vidriado blanco reformuladas / color resultante, donde la escala corresponde a:

- 1 Transparente
- 2 Semi-transparente
- 3 Lechoso
- 4 Blanco traslucido
- 5 Blanco



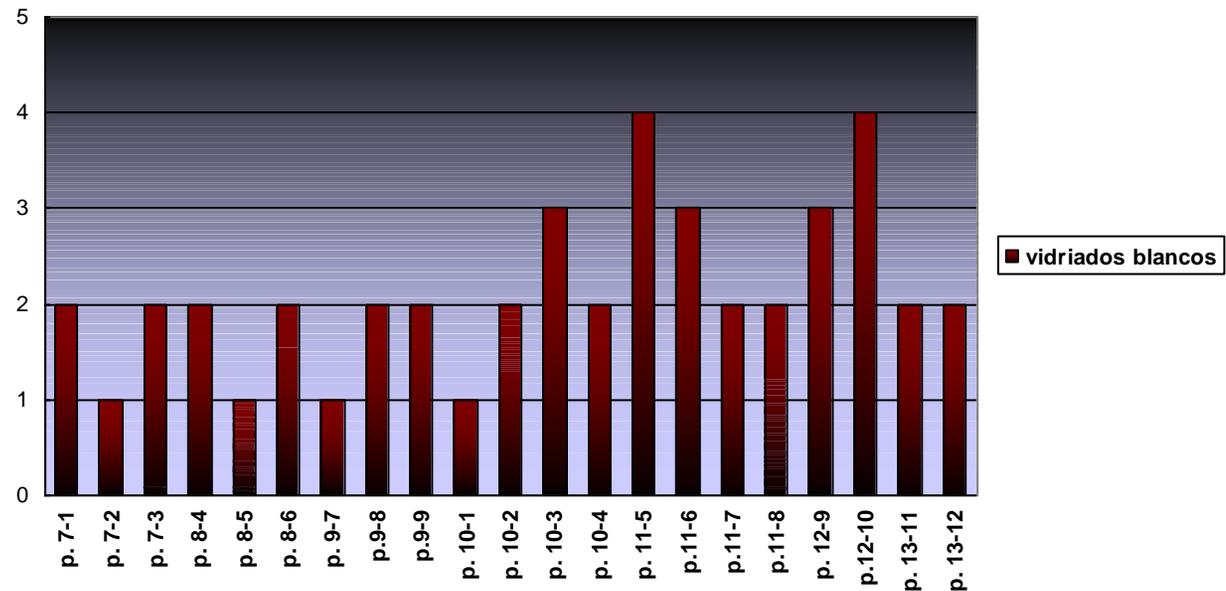
- Encontramos en esta gráfica que los mejores resultados de opacificación se encuentran en el cuadro 10 y el cuadro 13, ambos utilizando frita como fundente, mientras que en el cuadro 11 y 12 se percibe el detrimento de la opacidad, ambos utilizando en su formulación Borato de Laguna.

## GRAFICA 8. Índice de craquelación

Relación: pruebas de vidriado blanco / Índice de craquelación, donde la escala corresponde a:

- 1 Imperceptible
- 2 Poco
- 3 Medio
- 4 Mucho

Índice de  
craquelación



- En esta gráfica observamos el índice de craquelación de los diferentes vidriados con opacificador formulados con anterioridad, y es evidente que los mejores resultados se encuentran en los cuadros 11 y 12 ambos formulados utilizando el borato de laguna.

# CAPITULO III

## Interpretación de resultados.-



### **3.0 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Este apartado contiene el análisis y la interpretación de los datos obtenidos en la fase de laboratorio, estos comprenden los resultados de las pruebas de formulación de pastas, cubiertas vítreas base, coloreadas y con opacificador, la utilización de jugos de oxido, proceso de reducción, así como la inmersión en diferentes líquidos en el proceso de choque térmico.

Se presentan a continuación las interpretaciones de dichos datos, así como las imágenes que faciliten su comprensión.

#### **3.1 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

La interpretación de los resultados de la fase de laboratorio se presenta de acuerdo al orden en que se llevó a cabo la experimentación, iniciando con la formulación de pastas y finalizando con las pruebas de inmersión en diferentes sustancias líquidas.

##### **3.1.1 PASTAS.-**

Para la formulación de pastas, se estudiaron 3 arcillas diferentes: Barro de La Palma, Barro rojo de Quezaltepeque y Barro Bayo de Quezaltepeque, sin embargo después de las pruebas de encogimiento de las arcillas puras, se determinó que las más idóneas eran el Barro rojo de Quezaltepeque y el Barro de La Palma, siendo estas dos las utilizadas en las pruebas de los cuadros 1, 2, 3 y 4.

Entre las observaciones realizadas en las pruebas de pasta, se encuentran la coloración en crudo y bizcocho, el porcentaje de encogimiento en seco y total y la resistencia al choque térmico.

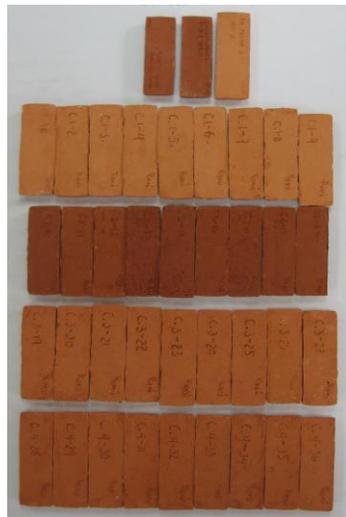
*Figura 24; Pruebas de pasta en seco, de acuerdo a los cuadros de prueba 1, 2, 3 y 4 (ver pags. 33-34).*



*Fuente: Grupo investigador, Octubre 2006.*

Como puede observarse en la Fig. 24, la coloración en seco de las pastas formuladas es bastante uniforme, exceptuando las pruebas realizadas con 100% de barro de quezaltepeque, las cuales son más oscuras que las formuladas con 100% barro de la Palma o la combinación de ambos. La coloración más oscura se debe a la presencia de mayor cantidad de materia orgánica y hierro, por lo cual estas pastas encogerán más durante el horneado.

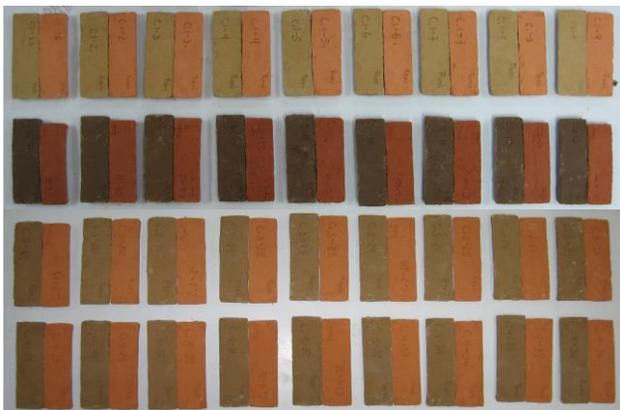
*Figura 25; Pruebas de pasta, bizcochadas a cono 04 (1064 °C).en horno eléctrico*



*Fuente: Grupo investigador, Octubre 2006.*

En la parte superior de la Fig. 25 se observan de izquierda a derecha 100% Barro bayo de Quezaltepeque, 100% Barro rojo de quezaltepeque y 100% Barro de La Palma y de arriba abajo, las pruebas de arcillas puras, las pruebas del cuadro 1, cuadro 2, cuadro 3 y cuadro 4 respectivamente. Puede observarse la diferencia en la coloración de las pastas, siendo más rojas las elaboradas con el barro de Quezaltepeque, denotando la presencia de hierro. Aparte de estas diferencias de composición orgánica, la inclusión de los diferentes abridores no afecta el color de la pasta.

**Figura 26; Comparación de encogimiento en pruebas en seco y después de bizcocho a cono 04.**



**Fuente:** Grupo investigador, Octubre 2006.

Como puede observarse en la fig. 26, de arriba hacia abajo, las pruebas del cuadro 1 (100% palma), no presentan mayor discrepancia en el encogimiento de estado seco a bizcocho, mientras que en las pruebas del cuadro 2, puede observarse una diferencia de encogimiento. En cuanto al cuadro tres y cuatro, existen diferencias de encogimiento mínimas pero perceptibles. Así en la gráfica estadística número 1 se pone en evidencia que el menor encogimiento fue experimentado por las pruebas del cuadro 1 y el mayor encogimiento lo sufrieron las pruebas del cuadro 2, resultado esperado debido a la composición orgánica de las arcillas.

En cuanto a la relación de encogimiento con el abridor de pasta incluido en cada formulación, las gráficas estadísticas 1 y 2 permiten determinar que al incluir un 20% de abridor de pasta, el encogimiento es menor en todos los casos excepto en las pruebas que contienen papel higiénico. Esto se debe a que las partículas de este material son más

grandes y desaparecen por completo del cuerpo durante el horneado, disminuyendo su volumen permitiéndole mayor contracción.

De acuerdo a los datos recolectados en las pruebas de choque térmico, la mayoría de pastas obtuvieron un resultado positivo, sin embargo se destacaron las de aserrín al 10% y las de arena y chamote al 20%. Las gráficas estadísticas 3 y 4 permiten observar que la inclusión de un 20% de abridor de pasta mejora la resistencia térmica de todas las pastas, aun aquellas que con un 10% no presentaron buenos resultados.

Las pastas seleccionadas para aplicar las pruebas de vidriado fueron: 3-21; 3-23; 3-24, 4-30, 4-32, 4-33 (el primer número corresponde al cuadro, el segundo a al número de la prueba).

### **3.1.2 VIDRIADOS BASE TRANSPARENTE.-**

Para la formulación de los vidriados base transparente, se utilizaron dos fundentes diferentes, para así comparar con cual de ellos se obtienen mejores resultados de fusibilidad y color. Estos fundentes son: Frita E2000 y Laguna Borate, ambos adquiridos en nuestro país y de los cuales se amplia información en el **anexo 9**, además de otros materiales complementarios.

Entre las observaciones realizadas en las pruebas de vidriado base se encuentra; la fusibilidad, textura, brillo, opacidad, porcentaje de fundente utilizado y la temperatura de fusión.

*Figura 27; Pruebas de vidriado base, cuadro 5. 1000°C horno eléctrico.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

*Figura 28; Pruebas de vidriado base, cuadro 6. 1000°C horno eléctrico*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

De acuerdo a las imágenes 18 y 19, puede observarse que los vidriados formulados en el cuadro 5 (fundente Laguna Borate) fueron transparentes, fundiendo mejor los pertenecientes a las columnas tres y cuatro de izquierda a derecha (mas brillantes). Mientras que los formulados en el cuadro 6 (frita E2000) presentaron algunas características lechosas evidentes en la columna 3 de izquierda a derecha. Sin embargo, ambos fundentes son utilizables a temperaturas de 1000-1060°C, sobre todo si se utilizan a partir de un 70% en la formulación.

De acuerdo a la gráfica estadística 5, la frita posee un mayor rango de fusibilidad, sin embargo puede presentar acabados lechosos, mientras que el Laguna Borate presenta mejor traslucidez.

Una vez obtenidos estos datos, se procedió a la aplicación de las tres formulas con mejores resultados, sobre las pastas que presentaron menor encogimiento y mayor resistencia térmica, para ver la correspondencia entre pasta y vidriado. La quema de estas

piezas fue realizada en horno de gas para evidenciar posibles diferencias en el acabado del vidriado.

*Figura 29; Formula de vidriado base 5-4 (cuadro 5 prueba 4) sobre pastas seleccionadas.*



*Fuente: Grupo investigador, 2006.*

De izquierda a derecha, la primera columna corresponde a las pruebas quemadas en horno eléctrico, la segunda columna a las quemadas en horno de gas y la tercera columna a las pruebas sometidas a choque térmico y reducción. Puede observarse el cambio de color de pasta entre las de quema oxidante (horno eléctrico) y las de quema reductora (horno de gas) sin afectar la translucidez del vidriado, además de la presencia de craqueladuras leves, en las que experimentaron choque térmico y proceso de reducción.

*Figura 30; Formula de vidriado base 6-5 (cuadro 6 prueba 5) sobre pastas seleccionadas.*

Al igual que la figura anterior, pueden observarse cambios en la coloración, sobre todo se observa que la fritada en la quema reductora tiende a ser más lechosa que en la quema oxidante y existen menos craqueladuras en las pruebas de choque térmico y reducción.



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

*Figura 31; Formula de vidriado base 6-7 (cuadro 6 prueba 7) sobre pastas seleccionadas.*



En esta imagen puede observarse con claridad que el vidriado se ha vuelto casi blanco en atmósfera reductora, mientras que en la oxidante era lechoso. Son perceptibles leves craqueladuras en las que fueron sometidas a choque térmico y reducción.

*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

Las pastas no influyeron sobre los resultados de los vidriados, existiendo muy pocas diferencias o ninguna entre una prueba y otra. Las tres formulaciones de vidriado seleccionadas se acoplaron bien a las 6 pastas elegidas para su aplicación.

Al haber finalizado las pruebas de pasta y vidriados base y tomando en cuenta sus resultados, se definió utilizar la pasta 4-30 (70% Barro de la Palma, 30% Barro de Quezaltepeque mas el agregado de 20% de chamote). La formula de vidriado base seleccionada para los vidriados coloreados fue la 5-4 y se realizaron pruebas con opacificador sobre los dos restantes para evaluar los diferentes resultados.

### 3.1.3 VIDRIADOS CON OPACIFICADOR.-

Los vidriados con opacificador fueron formulados para satisfacer dos necesidades básicas dentro de la investigación. La primera: tener una cubierta vítrea blanca que permita la aplicación y fusión de los jugos de oxido; La segunda: obtener una cubierta vítrea blanca craquelada con efecto de red.

Para estas formulaciones se utilizó como opacificador el Zircopax (ver más información en **anexo 9**). al 1, 2 y 3%, sobre las tres formulas de vidriado base seleccionadas.

*Figura 32; de izquierda a derecha, pruebas del cuadro 7 con 1%, 2% y 3% de opacificador, primera de cada pareja sometida a choque térmico en agua, segunda a proceso de reducción en aserrín.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

En la figura 23 se observa que en la formulación 5-4, que utiliza como fundente el Laguna Borate, no permite que exista opacidad, ni siquiera al agregarse el 3% de Zircopax. Al someter las pruebas a reducción se acentúan las craqueladuras y se incrementa el brillo del vidriado.

*Figura 33; de izquierda a derecha, pruebas del cuadro 8 con 1%, 2% y 3% de opacificador, primera de cada pareja sometida a choque térmico en agua, segunda a proceso de reducción en aserrín*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

En la fig. 24 se observa que esta formulación utilizando frita como fundente es más lechosa, incrementándose esta condición a medida se aumenta el porcentaje de opacificador. En las pruebas sometidas a reducción existen manchas oscuras y en la última leves craqueladuras.

*Figura 34; de izquierda a derecha, pruebas del cuadro 9 con 1%, 2% y 3% de opacificador, primera de cada pareja sometida a choque térmico en agua, segunda a proceso de reducción en aserrín*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

En las pruebas de la Fig. 25 se utilizó como fundente la frita en mayor porcentaje y es evidente que es la mejor alternativa para lograr un vidriado blanco. En este caso se utilizó la última fórmula con el 3% de opacificador agregado. En las pruebas sometidas a reducción se presentaron manchas oscuras y leves craqueladuras.

Una vez finalizada la experimentación con estas tres formulaciones se definió que la prueba 9-9 se utilizaría como base para la aplicación de jugos de óxidos. Sin embargo no se obtuvo un resultado satisfactorio de vidriado blanco craquelado, por lo que se plantearon nuevas formulaciones que tuvieron los siguientes resultados:

*Figura 35; de izquierda a derecha, pruebas del cuadro 10 con 3% de opacificador, primera de cada pareja sometida a choque térmico en agua, segunda a proceso de reducción en aserrín*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

Estas pruebas no presentaron resultados satisfactorios, tres de las cuatro no fundieron por completo y aunque una de ellas (10-3) se craqueló en el proceso de reducción, no cumplía con las necesidades estéticas que el grupo precisaba.

*Figura 36; de izquierda a derecha, pruebas del cuadro 11 con 3% de opacificador, primera de cada pareja sometida a choque térmico en agua, segunda a proceso de reducción en aserrín*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

En este caso, al ser el fundente Laguna Borate, el opacificador no logró llegar a un blanco, sin embargo la craqueladura de la primera pareja de pruebas (11-5) es de las mejores encontradas durante la investigación.

*Figura 37; De izquierda a derecha, prueba 11-5 con engobe blanco, prueba 11-5 con terra sigilata blanca.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

Por este motivo se tomó la alternativa de aplicar un engobe blanco y experimentar con la aplicación de terra sigilata blanca para ser recubierta con la formulación 11-5, resultando una prueba que cumplió con las necesidades estéticas del grupo.

*Figura 38; De izquierda a derecha, pruebas del cuadro 12 con 3% de opacificador, primera choque térmico en agua, segunda en aserrín proceso de reducción.*



*Figura 39; De izquierda a derecha prueba 12-10 con engobe blanco, segunda prueba 12-10 con terra sigilata, ambas en reducción.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre, 2006.*

Al ser el fundente utilizado Laguna Borate, las cubiertas vítreas obtenidas son bastante traslucidas, pero al igual que en la formulación anterior, se obtuvo en la prueba 12-10 un buen craquelado, además el brillo de la superficie es diferente a la anterior, por lo que se retomó la idea de utilizar un engobe y terra sigilata blanca como bajo cubierta, sin embargo la prueba de terra sigilata no tuvo buena adherencia con la pasta.

*Figura 40; de izquierda a derecha, pruebas del cuadro 13 con 3% de opacificador, primera de cada pareja sometida a choque térmico en agua, segunda a proceso de reducción en aserrín*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

Las pruebas del cuadro 13 produjeron blancos satinados, sin embargo al someterlos al proceso de reducción, craquelaron poco, por lo que fueron descartados para su aplicación en la obra artística.

De acuerdo a la gráfica estadística 6 y 7, los mejores blancos se obtuvieron de las pruebas del cuadro 9 y 10, altas en frita y con el 3% de opacificador, por el contrario todas las pruebas conteniendo Laguna Borate no pudieron alcanzar un blanco ideal.

Por otro lado, la gráfica estadística 8 refleja que las nuevas formulaciones arrojaron mejores craquelados al incluir en ellas el carbonato de calcio, sílice y carbonato de magnesio en proporciones adecuadas a cada formula.

Finalmente se tomaron en cuenta las pruebas 9-9, 10-3, 11-5 y 12-10 para su posible utilización en la obra artística.

### 3.1.4 JUGOS DE ÓXIDO SOBRE VIDRIADO BLANCO.-

Las pruebas de jugo de óxido comprendieron la experimentación con el óxido gris de cobalto, óxido negro de cobre, óxido rojo de hierro, dióxido de manganeso y óxido de cromo. Los óxidos en polvo fueron diluidos con agua y aplicados sobre el vidriado blanco sin hornear. Luego fueron quemados a una temperatura de 1050°C.

La observación estaba dirigida al tiempo de reducción, material reductor, textura y color obtenidos. Después de la primera experimentación se definió que el tiempo necesario para obtener una buena reducción era entre 7 y 9 minutos, descartando los períodos cortos propuestos al inicio de la investigación.

*Figura 41; De izquierda a derecha, óxido de cobre, cobalto, hierro, cromo y manganeso, reducción en aserrín 7-9 minutos.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

Esta imagen presenta las coloraciones de los diferentes jugos de óxido, en el caso del cobalto, el hierro y el cromo, se observan burbujas en la superficie debido a que las concentraciones de óxido eran muy grandes, es preferible en este caso no aplicarlos en exceso. El aserrín utilizado como material reductor, es muy efectivo pues de todos los empleados en este proceso, es el que produce la atmósfera más adecuada.

*Figura 42; De izquierda a derecha, oxido de cobre, cobalto, hierro, cromo y manganeso, reducción en papel 7-9 minutos.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

En esta imagen podemos observar las diferencias en algunas coloraciones de óxidos con relación a las pruebas de aserrín, el cobre no es tan verde y tiene destellos más metalizados, el manganeso es más brillante aunque se mantienen las burbujas en el cobalto y el hierro. El papel produce efectos diferentes en las pruebas, pero desprende vapores nocivos durante el proceso de reducción, lo cual hace muy difícil dicha actividad.

*Figura 43; De izquierda a derecha, oxido de cobre, cobalto, cromo, hierro y manganeso, reducción en cáscara de arroz 7-9 minutos.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

Utilizando la cáscara de arroz como material reductor, observamos nuevamente diferencias en color, el cobre no presenta metalización, el cromo y el cobalto son invariables en todo el proceso de experimentación, el hierro aparece como un rojo sangre y el manganeso se torna café. Este material reductor tiene mejor resultado cuando es combinado con aserrín, de lo contrario se extingue muy fácilmente y no permite una buena metalización de los óxidos.

*Figura 44; De izquierda a derecha, oxido de cobre, cobalto, hierro, cromo y manganeso, reducción en tuza seca 7-9 minutos.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

En esta última imagen pueden encontrarse otra vez leves variantes en color, el cobre presentando un verde esmeralda y el manganeso tonos metalizados dorados, cobrizos y pardos. De todos los materiales utilizados, la tuza seca fue la que produjo mejores resultados sobre los jugos de óxido, produciendo pocos vapores, pero una buena cantidad de humo.

Después de completar las pruebas de jugo de óxido se experimentó con carbonato de cobre y carbonato de cobalto, así como con las combinaciones de ambos, obteniéndose mejores resultados, evitando las burbujas en la superficie y encontrando nuevas tonalidades.

*Figura 45; De izquierda a derecha, carbonato de cobre, carbonato de cobalto, mezcla de ambos.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

El óxido gris de cobalto y el óxido de cromo se mantienen inmutables durante los procesos de quema y reducción sin presentar alteraciones en su color a menos que sean mezclados con otros óxidos.

Finalmente se observó que las variantes en color dependían tanto del material reductor, como del contacto directo que tuvieran las piezas con el mismo, existiendo mayor metalización mientras más contacto tuvieran.

### **3.1.5 VIDRIADOS COLOREADOS.-**

Los vidriados coloreados se realizaron a partir de la fórmula de vidriado transparente 5-4, añadiendo el 1 y 2% de los diferentes óxidos para cada prueba. Estos fueron sometidos al proceso de reducción para observar si existían diferencias entre las tonalidades de los jugos de óxido y las obtenidas en los vidriados coloreados.

**Figura 46; De izquierda a derecha: vidriados coloreados con el 1 y 2% de oxido respectivamente. Ox. Cobre, Ox. Cobalto, Ox. Cromo, Ox. Hierro y Ox. Manganeso.**



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

En esta imagen se presentan los vidriados coloreados, quemados en horno a gas, pero sin someterlos al proceso de reducción y choque térmico, por lo tanto los colores son limpios y brillantes.

**Figura 47; De izquierda a derecha: vidriados coloreados con el 1 y 2% de oxido respectivamente. Ox. Cobre, Ox. Cobalto, Ox. Cromo, Ox. Hierro y Ox. Manganeso, reducción en aserrín 7-9 minutos.**

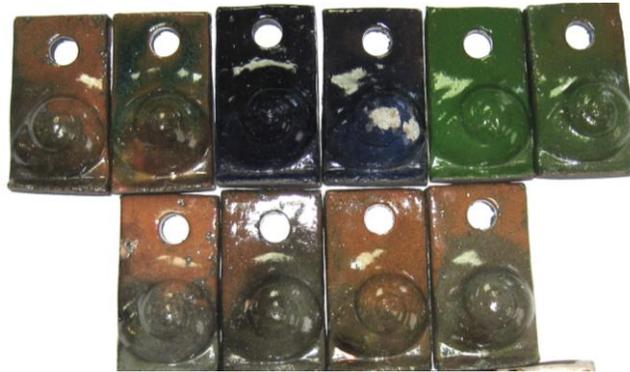


*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

A través de la comparación de la fig. 36 y 37, pueden observarse las diferencias entre los vidriados coloreados sometidos a reducción y los que no atravesaron este

proceso. Los óxidos que sufren mayor cambio en la reducción son el cobre, el manganeso y el hierro, mientras que el cobalto y el cromo mantienen sus propiedades.

*Figura 48; De izquierda a derecha: vidriados coloreados con el 1 y 2% de óxido respectivamente. Ox. Cobre, Ox. Cobalto, Ox. Cromo, Ox. Hierro y Ox. Manganeso, reducción en papel 7-9 minutos.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

Para el caso del papel, los colores son más pardos, menos metalizados, aunque en el caso del cobre presenta efectos interesantes de color pero muy focalizados.

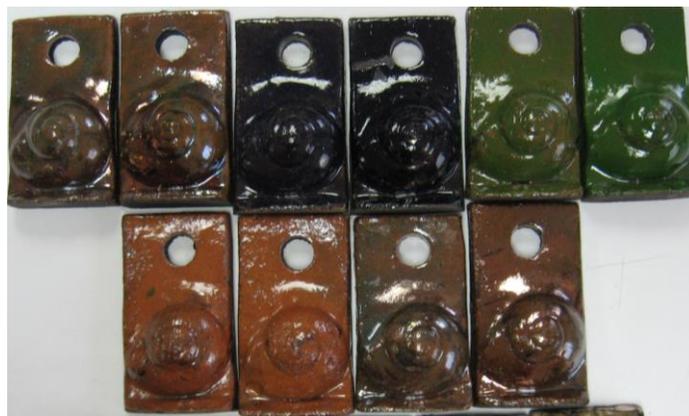
*Figura 49; De izquierda a derecha vidriados coloreados con el 1 y 2% de óxido respectivamente. Ox. Cobre, Ox. Cobalto, Ox. Cromo, Ox. Hierro y Ox. Manganeso, reducción en cáscara de arroz 7-9 minutos.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

En los vidriados reducidos en cáscara de arroz se observan colores más limpios que en los reducidos en papel, pero no tan metálicos e interesantes como las pruebas reducidas en aserrín, existen destellos metálicos principalmente en las pruebas coloreadas con cobre y al parecer las pruebas de manganeso no tuvieron suficiente contacto con el material reductor, pues no se observan mayores cambios en la tonalidad del vidriado.

*Figura 50; De izquierda a derecha: vidriados coloreados con el 1 y 2% de óxido respectivamente. Ox. Cobre, Ox. Cobalto, Ox. Cromo, Ox. Hierro y Ox. Manganeso, reducción en tuza seca 7-9 minutos.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

Con la reducción en tuza seca, las pruebas de cobre se metalizaron casi por completo, al igual que las de manganeso, sin embargo, los demás vidriados no presentaron mayores cambios en sus tonalidades.

Los vidriados coloreados varían de acuerdo al material reductor y al contacto que tengan con este, y son efectos completamente diferentes a los obtenidos por los jugos de óxido, las superficies son más suaves y uniformes. Sin embargo, los vidriados coloreados con cobalto y cromo mantienen su inmutabilidad ante los procesos de reducción.

### 3.1.6 INMERSIÓN EN LIQUIDOS.-

Las pruebas de inmersión en un líquido fueron realizadas únicamente con los vidriados blancos que presentaron mejores resultados en la craquelación, durante el proceso de reducción, ya que el objetivo de este experimento era buscar diferentes coloraciones en las grietas obtenidas por el choque térmico.

*Figura 51; Vidriado blanco formula 9-9. De izquierda a derecha, prueba en agua, añil y nacazcol.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

Esta prueba no tuvo cambios visibles al ser sumergida en agua, pero presentó una leve craquelación cuando fue sumergida en añil, obteniéndose grietas bastante delgadas pero perceptible de color azul. La prueba sumergida en nacazcol tomó una coloración amarillenta pero tampoco se craqueló.

*Figura 52; Vidriado blanco formula 10-3. De izquierda a derecha, prueba en agua, añil y nacazcol.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

Aunque esta formulación obtuvo buenos resultados de craquelado en el proceso de reducción, al ser sumergida en los tres líquidos de prueba no cambió su superficie, por lo que no se puede generalizar en los resultados de craquelado entre el proceso de reducción y de inmersión. Únicamente presenta algunas manchas de color café amarillento en la prueba de nacazol, sin embargo estas manchas son superficiales y podrían desaparecer fácilmente.

*Figura 53; Vidriado blanco formula 11-5. De izquierda a derecha, prueba en agua, añil y nacazol.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

La primera prueba, sumergida en agua no tiene base blanca bajo el vidriado, la apariencia lechosa se debe a que durante la inmersión en agua, la superficie del vidriado se craqueló de tal forma que parece hubiese estallado, sin desprenderse de la pasta. En las pruebas de añil la primera con un engobe blanco y la segunda con terra sigilata, puede observarse como el tinte se filtro por las grietas, coloreando no solo las grietas, sino también la superficie del engobe. Finalmente la prueba de nacazol presenta una leve coloración amarillenta y grietas grises más concentradas en las áreas planas.

*Figura 54; Vidriado blanco formula 12-10. De izquierda a derecha, prueba en agua, pruebas en añil y prueba en nacazcol.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

En esta prueba, si hay una capa de engobe bajo el vidriado, pero después de la inmersión en agua, la adherencia se vio comprometida. En las pruebas de añil, la primera de engobe y la segunda de terra sigilata, puede observarse grietas azules, bastante delgadas pero en gran cantidad, sobre todo en la segunda. La prueba de nacazcol presento también un craquelado fino pero abundante de color gris.

Los mejores resultados de la experimentación con líquidos de inmersión se dieron con el añil, el cual se filtro por las grietas y en algunos casos tiño la superficie blanca de fondo, proporcionando acabados únicos.

Los vidriados formulados con el fundente Laguna Borate tienden a craquelarse con más facilidad permitiendo el paso de los líquidos utilizados, pero por su falta de opacidad deben utilizarse con engobes blancos o terra sigilata de ese color. Por otro lado, los vidriados formulados con base de Frita son más duros y presentan craqueladuras más sutiles.

Tanto el añil como el nacazcol son utilizables para lograr craquelados diferentes a los obtenidos con el proceso de reducción.

## 3.2 APLICACIÓN DEL ESTUDIO

La aplicación del estudio consiste en la creación de un conjunto de obras artísticas, las cuales serán elaboradas a partir de los conocimientos adquiridos a lo largo de la opción de cerámica y utilizando los resultados obtenidos en la fase de laboratorio de esta investigación.

### 3.2.1 PRODUCTO ARTÍSTICO

El producto artístico elaborado con los resultados de la investigación es de carácter escultórico, por lo que su desarrollo está más orientado a los métodos artísticos de creación, que a los de diseño funcional.

Se presentan a continuación los dos momentos fundamentales en el desarrollo de la idea para la obra artística.

#### 3.2.1.1 Conceptualización.-

La conceptualización de la obra se realizó a través de una lluvia de ideas realizada por los tres integrantes del grupo, mencionando diferentes temas que permitieran una representación escultórica diversa. De esta forma se propusieron palabras e imágenes, de las cuales se retomaron las más atractivas para el grupo y se formó un concepto.

El concepto resultante fue la **mitología**, partiendo de esta selección cada integrante pasó a investigar por separado el término, en sus aspectos teóricos y visuales para buscar la manera de expresarlo tridimensionalmente.

Se decidió que cada integrante realizara dicha investigación por separado debido a que la obra fue concebida como una expresión personal, otorgando más variedad visual, en forma, acabado y estilo.

Se describen a continuación brevemente las investigaciones y conceptualizaciones de cada integrante para formar una idea básica de la obra artística.

### *Sara Boulogne*

La palabra mitología, del griego *mythos*, es la rama del conocimiento que estudia los mitos de una cultura o religión particular. Los mitos han sido estudiados por antropólogos, religiosos y otros estudiosos, desde diferentes puntos de vista, distinguiéndolos de la mayoría de las narraciones populares transmitidas oralmente, las cuales son clasificadas de acuerdo a su presumible función: fabulas (que dan una moraleja), cuentos explicativos o cuentos de entretenimiento.

Los mitos pueden cumplir una o las tres funciones antes mencionadas, pero además juegan un papel crítico en cómo una cultura construye su sentido del tiempo. Así, los mitos son contrastados con la historia, a la que conciernen los eventos recientes, bien documentados, los poemas épicos y leyendas narrativas que se refieren a personajes históricos, lugares o incidentes del pasado distante.

Considerando la importancia de la mitología en las diferentes culturas y aprovechando la variedad de formas y colores que estos personajes presentan, se definió que la obra consistirá en un grupo de siete piezas, reinterpretaciones de diferentes seres mitológicos de las culturas: Nórdica, Japonesa, China, Hindú, Egipcia, Maya y Salvadoreña. Retomando aquellos seres que presentan características distintivas, que puedan ser representadas a través de los diferentes acabados obtenidos dentro de la experimentación del proyecto de investigación.

Se presentan a continuación los personajes seleccionados, con una breve leyenda que permite su comprensión y crea una imagen inicial de cada uno.

### *Odín (Nordico)*

Odín era el dios poderoso de los Nórdicos, llamado El Gran Padre. Es representado como un hombre de mediana edad con pelo largo barba. Estaba frecuentemente acompañado de los dos cuervos llamados Hugin (pensamiento) y Munin (memoria).

Por su sed de conocimiento, Odín sacrificó uno de sus ojos para poder tomar de las raíces del Árbol del Mundo, Yggdrasil y obtener así la sabiduría de las runas.

### *Ammán (Egipcio)*

Nombre egipcio del normalmente denominado "devorador". Criatura compuesta, parte leon, parte hipopótamo, parte cocodrilo, suele representarse sentada. Figura en las pinturas del juicio ante Osiris del Libro de los Muertos y en los frescos de Deir el-Medina. Era conocida como "la que destruye los malvados" y se creía que su función consistía en devorar a aquellos que no podían superar el juicio.

### *Ah Puch (Maya)*

En la mitología Maya, **Ah Puch** era el dios de la muerte y el rey del inframundo, el peor de los nueve infiernos. Era retratado como un esqueleto o cadáver, adornado con campanas acompañado de un búho, incluso actualmente en algunos países de Centroamérica se cree que el canto de un búho es preludio de muerte, de ahí el dicho: *Cuando el tecolote canta... el indio muere.*

### *Pangu (China)*

En el principio no había nada en el universo, salvo un caos informe. El caos comenzó a fusionarse en un huevo cósmico durante 18.000 años. Dentro de él, los principios opuestos del yin y yang se equilibraron y Pangu salió del huevo.

Normalmente es representado como un gigante primitivo vestido con pieles. Pangu emprendió la tarea de crear el mundo: dividió el yin del yang con su hacha gigante, creando la tierra del yin y el cielo del yang. Para mantenerlos separados permaneció entre ellos empujando el cielo hacia arriba. Esta tarea le llevó 18.000 años, elevándose el cielo cada día 3'33 metros, mientras la tierra se hundía en la misma proporción y Pangu crecía también la misma longitud.

### *Los tres monos sabios (Japón)*

Los tres monos eran mensajeros de los dioses que delataban a éstos las acciones de los humanos; se los representa mudos, sordos y ciegos a manera de conjuro mágico.

Los tres monos sabios: Mizaru, Kikazaru e Iwazaru (los que no ven, no oyen y no hablan) eran los guardianes simbólicos del mausoleo del Shogun Tokugawa Ieyasu en Nikko, Japón. Eran encargados de evitar que las habladurías de los visitantes a la tumba interrumpieran el sueño del Emperador.

### *El cadejo (El Salvador)*

El Cadejo es un perro blanco con ojos rojos como brasas y hocico puntiagudo. Cuentan que se aparece a la media noche y sus pasos suenan como cascos de cabro. A diferencia de otras apariciones, el Cadejo aparece para proteger de cualquier peligro al caminante, hasta el punto de pelearse con el Cadejo negro que supuestamente es el mismo demonio encarnado en un perro negro.

### *Yama (Hindú)*

En la India, es uno de los guardianes de los cuatro puntos cardinales (el sur) y un Dios solar, pues su padre Aditi era el sol. En el arte, es representado con piel roja o verde, y sosteniendo una cuerda en su mano izquierda, con la cual arrebató las almas de los cuerpos. Según la leyenda, fue el primer mortal en morir, y habiendo descubierto el camino al mundo oculto, es el guía de aquellos que abandonan esta vida.

### *Fernando Alvarado De León*

Para la conceptualización de la serie denominada metamorfosis se partió de la investigación del significado de dicha palabra y los resultados fueron los siguientes:

“Del griego μορφη □ (*morfé*), que al igual que su equivalente latino *forma*, significa forma, figura, aspecto exterior, apariencia; Con el prefijo μετα (*metá*) que significa más allá, lo convertimos en *trans-formatio* = trans-forma-ción, es decir en acción de cambiar de forma.”

Se define la metamorfosis como la transformación profunda de una persona, un animal o una cosa en otra. Toda metamorfosis es irreversible y está caracterizada por transformaciones tanto anatómicas como fisiológicas muy profundas.

Tomando como inspiración el arte oriental se decidió representar La carpa (koi fish) que es a menudo la natación proyectada contra la corriente que también retrata perseverancia, algo necesario para nadar contra la corriente y según la mitología china una carpa que tiene éxito en nadar contra la corriente de los rápidos superiores del río de Yangtze será transformada en dragón.

La serie consistirá en seis piezas individuales:

- En la primera se representara el pez nadando contra corriente
  - La segunda el dragón empieza a salir del pez
  - La tercera pieza, el dragón esta saliendo del pez, el cual se torna blanco, semejando un capullo.
  - En la cuarta pieza de la serie veremos el dragón a punto de abandonar el capullo
  - La quinta pieza es el dragón fuera por completo.
- \* La sexta pieza será la repetición de la tercera, pues esta será donada a la escuela de Artes como parte de la dinámica de proceso de grado.

*Federico Krill Granados.*

### **“La cantada de las seis auroras y la última madrugada”**

La tradición oral salvadoreña, particularmente en las áreas rurales incluye una amplia variedad de creencias y mitos. Uno de ellos trata sobre como el canto de la aurora (nombre con el que se denomina a una variedad de búho) anuncia la muerte a algún miembro de una familia, acercándose a las proximidades de las casas y ejecutando su canto fatal en horas de la madrugada.

Ocupando como referente el mito de la aurora, se plantea la concepción de un conjunto de terracotas, seis en total que consisten en la interpretación zoomorfa del ave rapaz.

La obra plantea un dialogo, por un lado anecdótico ya que enfatiza el potencial creador que yace en la mitología salvadoreña y por otro lado entra en los planteamientos



~~ESTUDIO DE PROCEDIMIENTOS DE ELABORACIÓN DE CERÁMICA RAKÚ Y SU APLICACIÓN EN OBRA ARTÍSTICA  
artísticos contemporáneos al someter al espectador a una condición predeterminada en un~~

estudio que consiste de dos elementos principales:

- A) Sugestionar al espectador a través de la relación título/obra. ya que se trata de un tema categóricamente macabro.
- B) Provocar en el espectador la necesidad de plantear interrogantes relacionadas con la disposición de los elementos, el tema de la obra, los planteamientos de origen, etc.

El concepto de “las seis auroras” nace del estudio de los juegos de palabras, el análisis del sonido y como impacta en el espectador además de utilizar elementos cabalísticos como lo es el numero seis. Y la segunda parte del tema que es “la ultima madrugada”, esta relacionada con el presagio de muerte realizado por la aurora.

### **3.2.1.2 Procesos de elaboración.-**

Los procesos de elaboración utilizados en la creación de la obra artística fueron los siguientes:

1° *Preparación de materia prima*: esta se hizo de acuerdo a los resultados obtenidos en la experimentación, mezclando las arcillas (en polvo) en los porcentajes adecuados y agregando el abridor de pasta en esta misma condición. Se prepararon alrededor 200 kilos de pasta para la elaboración de la obra.

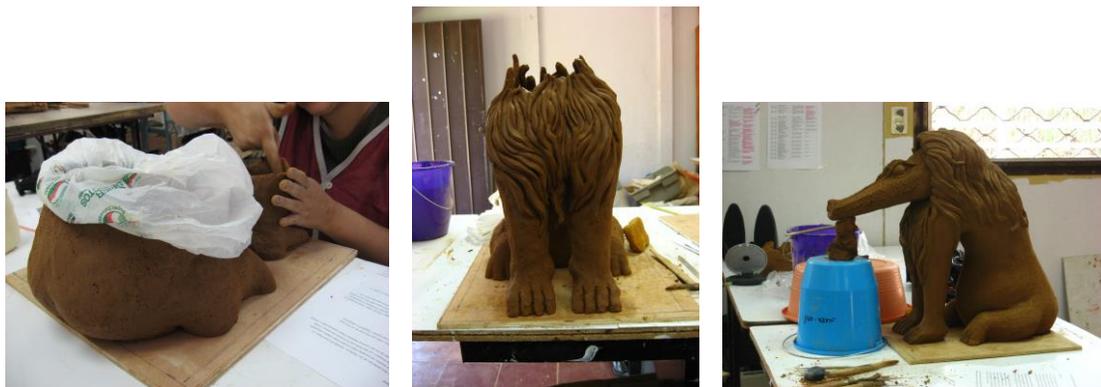
*Figuras 55, 56, 57; De izquierda a derecha, proceso de pesado de materia prima en polvo; arcillas mezcladas en porcentajes establecidos; pasta preparada lista para amasado.*



*Fuente: Grupo investigador, Octubre 2006.*

2° **Modelado:** El modelado se realizó sobre bases de madera, restringiendo el tamaño de las piezas a un máximo de 45 cms. de alto por 45 cms. de ancho debido a las dimensiones del horno. Las técnicas empleadas fueron el rollo pellizco y el repujado en moldes.

*Figuras 58, 59, 60; De izquierda a derecha, secuencia del proceso de modelado de pieza artística.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

Además se contemplo la posibilidad de seccionar las piezas, en primera instancia para facilitar el proceso de extracción del horno, para someterlas a reducción y en segundo lugar para permitir ampliar las medidas de las piezas una vez ensambladas.

3° **Secado:** Una vez finalizado el proceso de modelado y repujado, las piezas pasaron a un secado prolongado asegurando que no existiera humedad dentro de ellas para asegurar un horneado de bizcocho sin inconvenientes.

*Figuras 61, 62, 63; De izquierda a derecha, secado de obra: Federico Granados, Fernando De León y Sara Boulogne.*



*Fuente: Grupo investigador, Noviembre 2006.*

4° **Horneo de Bizcocho:** Una vez secas las piezas se bizcocharon a cono 04 (1064°C) en horno eléctrico, para aplicar las cubiertas vítreas y jugos de óxido respectivos.

*Figuras 64; Horno eléctrico cargado, listo para quema de bizcocho.*



*Fuente: Grupo investigador, Enero 2007.*

5° *Aplicación de vidriados y jugos de óxido*: Ya bizcochadas las piezas se procedió a la aplicación de vidriados o jugos de óxido de acuerdo a las necesidades de cada pieza.

*Figuras 65, 66; De izquierda a derecha: Aplicación de vidriados y jugo de óxido.*



*Fuente: Grupo investigador, Marzo 2007.*

6° *Quema de Rakú o quema reductora*: Las piezas vidriadas entran al horno hasta llegar a los 1050°C, temperatura a la que los vidriados y jugos de oxido habrán fundido satisfactoriamente.

*Figuras 67, 68; De izquierda a derecha: Carga, horno quemando, T° 1050° C.*



*Fuente: Grupo investigador, Marzo 2007.*

**7º Proceso de reducción y choque térmico:** Una vez alcanzada la temperatura de fusión de vidriados, el horno se apaga y se extraen las piezas entre los 1000° - 900° C para someterlas al proceso de reducción en los materiales reductores seleccionados o al choque térmico dependiendo del acabado requerido en la pieza.

**Figuras 69, 70; De izquierda a derecha: Apertura del horno a 1000°C para extraer la pieza, extracción de la pieza para someterla a reducción en tuza y aserrín.**



*Fuente: Grupo investigador, Marzo 2007.*

**Figuras 71, 72; De izquierda a derecha: proceso de reducción en recipientes de metal, inmersión en agua para choque térmico.**



*Fuente: Grupo investigador, Marzo 2007.*

8° **Resultados finales:** Se presentan las imágenes de algunos de los resultados finales particulares de la obra realizada por cada integrante del grupo.

**Fig. 73;** de izquierda a derecha: De la serie “Metamorfosis” obra de Fernando Alvarado D’ León, de la serie “Seres mitológicos” obra de Sara Boulogne y obra de Federico Krill Granados.



*Fuente: Grupo Investigador, Julio 2007*

**Fig. 74;** de izquierda a derecha: De la serie “Seres mitológicos” obra de Sara Boulogne.



*Fuente: Grupo Investigador, Julio 2007*

**Fig. 75;** de izquierda a derecha: De la serie “La cantada de las seis auroras y la última madrugada”, obra de Federico Krill Granados.



*Fuente: Grupo Investigador, Julio 2007.*

## CONCLUSIONES

Una vez finalizados los procesos de experimentación y análisis de resultados de la fase práctica de la investigación, fue posible definir las siguientes conclusiones:

- Es evidente que el Rakú en Japón es más que una técnica de horneado, es un medio de expresión vinculado directamente a la religión Zen y por tanto es desarrollado bajo connotaciones diferentes a las del Rakú occidental, incidiendo esto en la forma y significado de los objetos elaborados.
- El Rakú en El Salvador fue introducido por Americanos durante un período de mucha inestabilidad en los centros de educación artística, por lo que estas prácticas no se registraron adecuadamente quedando solo en la memoria de las personas que lo realizaron.
- Debido al carácter experimental de la investigación la metodología de observación directa y control de variables fueron las más adecuadas, proporcionando las herramientas necesarias para desarrollar y registrar los diferentes experimentos de la fase de laboratorio.
- La utilización de tablas de control facilitó el registro de los resultados para su posterior análisis, permitiendo llevar un orden lógico de los experimentos a realizar en la fase de laboratorio.
- Es posible elaborar pastas de Rakú utilizando materias primas locales, con diferentes mezclas de arcillas, agregando preferiblemente un 20% de abridor de pasta, tomando en cuenta que si el abridor es orgánico desaparecerá del cuerpo cerámico y este encogerá más (aserrín, papel higiénico, etc.), obteniendo cuerpos

cerámicos resistentes al choque térmico y por tanto aptos para utilizarse en esta técnica.

- Partiendo de los resultados de la investigación y del comportamiento del equipo a lo largo de la misma, se puede afirmar que es factible construir un horno artesanal a gas para realizar las quemas de cerámica Rakú, que cumpla con los requerimientos técnicos y de calidad, a partir de materiales y tecnología local.
- La refractariedad de los cuerpos cerámicos para Rakú mejora de acuerdo al porcentaje y al tipo de abridor de pasta, obteniéndose mejores resultados de las pastas conteniendo el 20% de chamote agregado.
- Es posible formular vidriados para temperaturas entre los 1000°-1050°C utilizando como fundentes materiales alternativos al plomo, entre los cuales se comprobaron la Frita E2000 y el Borato de la compañía Laguna Clay (*Laguna Borate*).
- Los vidriados formulados con frita son más duros y presentan una mejor relación de encogimiento con la pasta, presentando un menor índice de craquelación, mientras que los formulados con *Laguna Borate* son más suaves y presentan craquelados más profundos debido a la discrepancia entre el encogimiento de la pasta y el vidriado. Ambos fundentes (Frita y *Laguna Borate*) presentan mejores resultados si se utilizan en porcentajes iguales o mayores al 70% dentro de la formulación total del vidriado.
- Los vidriados formulados con *Laguna Borate* no producen blancos al agregar el opacificador (zircopax) en ninguno de los tres porcentajes utilizados en la experimentación, mientras que los formulados con Frita producen diferentes

niveles de opacidad incluyendo blanco, por lo que estos últimos son recomendables en la formulación de cubiertas opacas..

- Los óxidos de cobalto y cromo no presentan alteraciones de color por si mismos, ya sea utilizándolos dentro de la formulación del vidriado o aplicados como jugo de óxido, por lo que si se buscan alteraciones en ellos deben combinarse con otros óxidos colorantes.
- El tiempo de reducción de las piezas, debe ser suficiente para que los óxidos reaccionen y se metalicen, este tiempo se estableció en la investigación entre 7 y 10 minutos.
- El material reductor influye directamente en el acabado final de las piezas, en cuanto el aserrín produce buenos metalizados, provee a las piezas de superficies con más textura, mientras la tuza al ser más volátil y por tratarse de hojas grandes que permiten la circulación del oxígeno, mantiene la superficie de las piezas más limpia de residuos orgánicos.
- El contacto de las piezas con el material reductor es también un factor importante, puesto que produce efectos diferentes a los producidos solo por el contacto con el humo. En la mayoría de los casos, la superficie de la pieza se mancha de negro si el material reductor estuvo en contacto directo.
- El papel reciclado es uno de los materiales reductores más nocivos entre las 5 alternativas presentadas en la investigación, debido a los gases que se desprenden de los químicos del papel y de las tintas que pueden contener, por lo que se toma como ultimo recurso para realizar la reducción.



- Los acabados obtenidos de los vidriados coloreados con óxidos difieren por completo de los obtenidos de la aplicación de jugos de óxido, obteniéndose con primeros superficies menos texturizadas y homogéneas, mientras que los segundos presentan más textura y riqueza de color.
- En el caso de los vidriados craquelados estos se producen desde el momento que se destapa el horno a 1000 °C y la pieza entra en contacto con la atmósfera fuera del horno, por lo que esta parte del proceso puede acentuarse al enfriar el ambiente, consiguiendo así un choque térmico mas violento, además se obtiene un mejor resultado si el material reductor no cubre la pieza por completo.
- El resultado de la inmersión en un líquido varía de acuerdo a la infusión que se este utilizando, para el caso del nacazcol la pieza presenta un craquelado fino de color gris, mientras que en el caso del añil, la pieza obtiene un craquelado de color índigo.
- Los procedimientos de cerámica Rakú pueden ser aplicables a la elaboración de obra artística de pequeño y gran formato, dependiendo de las dimensiones del horno, la logística de la quema y el equipo disponible para la extracción de las piezas.
- Debido a los químicos que lo activan, el añil hierve rápidamente y no permite que penetre en la grietas del craquelado por lo que las piezas no deben sumergirse en este líquido, sino más bien aplicarse a manera de baños.
- El Rakú trasciende el límite de una técnica, ya que puede realizarse tanto de forma individual como grupal, permitiendo que exista un proceso de interacción entre los participantes, haciendo de cada quema un evento diferente con una logística particular para cada una de ellas.



- El Rakú como herramienta de expresión plástica permite participar en el proceso de quema, esta característica única deriva en una relación más íntima con la obra. El resultado es una experiencia vivencial única dentro del campo de la cerámica que además de proveer un resultado técnico acentúa el aspecto emocional durante el proceso de creación.
- El rakú es algo diferente para cada persona pues permite transformar accidentes en nuevas técnicas y errores en posibles piezas innovadoras, es una experimentación conceptual libre de la rigidez de los procesos cerámicos tradicionales.
- La cerámica como cualquier otra herramienta de expresión artística permite conocer parte del artista a través de las obras que realiza, son una representación de su pensamiento o sentimientos, refleja una visión o una idea, la cerámica no se hace solo con las manos, sino con todo el cuerpo y el alma, por tanto el Rakú es en suma una experimentación integral de los sentidos.

## RECOMENDACIONES

Al haber finalizado el proceso de investigación y con el objetivo de mejorar los resultados de futuros experimentos, se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda que las **pruebas de choque térmico** se realicen previamente sobre las pastas y las posibles cubiertas vítreas a utilizar, para observar el comportamiento del cuerpo cerámico en su totalidad.
- Se recomienda que para obtener un buen craquelado de la cubierta vítrea, el material reductor no cubra la pieza y solo se encuentre debajo de ella o alrededor pero sin contacto directo.
- Experimentar con diferentes materiales reductores, pues cada uno presenta acabados particulares que pueden ser convenientes a diferentes piezas.
- Se recomienda que durante el proceso de reducción y choque térmico, se utilicen mascarillas, guantes, pinzas apropiadas para extraer las piezas del horno y lentes protectores, para evitar cualquier daño físico.
- Se recomienda que las quemas de Rakú se realicen en espacios abiertos, para evitar las concentraciones de humo y permita una mejor maniobrabilidad al momento de extraer las piezas del horno.
- Definir con anterioridad la estrategia para sacar las piezas del horno, lo cual implica, analizar la ubicación de las piezas en el horno, los espacios donde se realizará la reducción y la cantidad de personas involucradas en este proceso.



- Se recomienda el uso de carbonatos en vez de óxidos al aplicarse como jugos, pues los primeros son más fáciles de manipular, mientras que los últimos son demasiado pesados provocando burbujas o superficies rugosas si no se encuentran bien diluidos.
- Se recomienda que los tiempos de reducción sobrepasen los 7 minutos pues así se garantiza que la relación entre el vidriado, el óxido y la atmósfera reductora produzcan el efecto deseado.
- Se recomienda que las piezas elaboradas para Rakú posean un diseño que favorezca el proceso de extracción, reducción e inmersión a los cuales se verá sometida.
- Se recomienda que en el caso de piezas grandes se ensaye la extracción de la misma previa al momento de la quema, para agilizar dicho proceso y evitar la pérdida de la pieza o un accidente.
- A pesar que existen muchas formas de efectuar el proceso de reducción, el grupo investigador considera que es mejor colocar la pieza en un hueco en la tierra sobre el material reductor elegido y cubrirla luego con un depósito metálico.
- El proceso de inmersión en un líquido varía de acuerdo a la infusión que se este utilizando, para el caso del nacazcol se recomienda que la inmersión se efectúe inmediatamente la pieza abandona el horno, mientras que en el caso del añil, la pieza debe permanecer fuera del horno de 3 a 5 minutos, para luego ser bañada con dicha sustancia. Si se quieren obtener craqueladuras amplias, la pieza no debe entrar en contacto con el líquido inmediatamente, sino después de transcurrido el tiempo definido anteriormente.



## BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES CONSULTADAS.

- Andrews, Tim. **“Rakú”**. Publicaciones KP Books. 2ª edición. Iola, Wisconsin, E.E.U.U., 2005.
- Branfman, Steven. **“Rakú, a practical Approach”**. Publicaciones Krause. 2ª edición. Iola, Wisconsin, E.E.U.U., 2001.
- Campos Muñoz, Roberto. **“La Investigación científica paso a paso”**. Editorial PUBLITEX. 4ª edición. San Salvador, El Salvador, 2004.
- Duby G. y Daval J. **“Sculpture, from antiquity to the present day”**. Editorial Taschen. España, 2002.
- Lam See-Yiu, Timothy. **“Tang Ceramics Changsha kilns”**. Editorial Lammett. Hong Kong, 1990.
- Olsen Frederick. **“The kiln book”**. Publicaciones Krause. 3ª Edición. E.E.U.U., 2001.
- Parramón ediciones S.A. **“Manual del ceramista”**. Ediciones Daly S.L. Volumen I, España 1998.
- Piepenburg, Robert. **“Rakú pottery”**. Publicado por Pebble Press Inc. 2ª edición. Michigan, E.E.U.U., 1998.
- Tamayo y Tamayo, Mario. **“El proceso de la investigación científica”**. Editorial Limusa S.A de C.V. 4ª edición. México D.F., 2001.
- Woody Elsbeth. **“Hand building ceramic forms”**. Publicado por The Noonday Press. 9ª edición. E.E.U.U. 1995.



FUENTES DIGITALES.

- <http://www.raku-yaki.or.jp/index-e.html>
- <http://www.lockettpots.uklinux.net/pottery/rkiln.php>
- <http://www.gailseverngallery.com/>
- <http://www.terebess.hu/terebessgabor/japanraku.html>
- [www.feves.com](http://www.feves.com)
- <http://www.paulsoldner.com/bio.html>
- [http://www.manises.com/forum/topic.asp?TOPIC\\_ID=2184](http://www.manises.com/forum/topic.asp?TOPIC_ID=2184)
- [www.leachpottery.com/](http://www.leachpottery.com/)
- [www.ceramicstoday.com/](http://www.ceramicstoday.com/)
- <http://ceramic-materials.com/ceremat/oxide/index.html>
- <http://ceramic-materials.com/ceremat/material/1245.html>
- <http://ceramic-materials.com/ceremat/material/925.html>
- <http://ceramic-materials.com/ceremat/material/1724.html>
- <http://ceramic-materials.com/ceremat/oxide/feo.html>
- <http://ceramic-materials.com/ceremat/oxide/cr2o3.html>
- <http://ceramic-materials.com/ceremat/oxide/coo.html>
- <http://ceramic-materials.com/ceremat/oxide/cuo.html>
- <http://ceramic-materials.com/ceremat/material/228.html>

INFORMANTES CLAVE.

- Entrevistas: Álvaro Cuestas (ceramista y catedrático de la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador).
- José Federico Josa ( Ceramista)
- Carlos Quijada (ceramista y catedrático de la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador).

# **ANEXOS**

## **LISTADO DE ANEXOS**

Índices de Figuras, Cuadros, Tablas y Gráficas estadísticas.

**ANEXO 1.** Justificación.

**ANEXO 2.** Problema de investigación.

**ANEXO 3.** Objetivos de investigación.

**ANEXO 4.** Delimitación.

**ANEXO 5.** Línea histórica del Rakú Japonés.

**ANEXO 6.** Diagrama de cálculo triaxial.

**ANEXO 7.** Diagrama de cálculo tetraaxial.

**ANEXO 8.** Instrumento utilizado para las entrevistas.

**ANEXO 9.** Información de materias primas.

**TABLAS Y FIGURAS.****Pag.**

<i>Figura. 1 “Kyoto”, bol para te, Rakú negro, elaborado por Chojiro.....</i>	<b>5</b>
<i>Figura. 2 Bol para té, Rakú elaborad por Bernard Leach .....</i>	<b>7</b>
<i>Figura 3 Hal Riegger, bol para té torneado y ahuecado.....</i>	<b>8</b>
<i>Figura 4 Pieza escultórica en Rakú, elaborada por Paul Soldner.....</i>	<b>10</b>
<i>Figura 5 Bob Green, Bol de Rakú torneado, acabado metálico.....</i>	<b>12</b>
<i>Figura 6 Esfera, Rakú elaborado por Betty W. Feves. ....</i>	<b>12</b>
<i>Figura 7 Eddie Porck, Objeto en forma de Huevo. ....</i>	<b>12</b>
<i>Figura 8 Charlie y Linda Riggs, Jarrón con tapadera, acabado en Salkú,1999.....</i>	<b>13</b>
<i>Figura 9 Kerry Gonzalez, botella y vasija, técnica de halo, 1990.....</i>	<b>13</b>
<i>Figura 10 Pieza deRakú, elaborada en una práctica de la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador, en colaboración con el Centro Nacional de Artes (CENAR).....</i>	<b>14</b>
<i>Figura 11 Justin Novak, Disfigurin 31 X 41 X 35.5 cm. ....</i>	<b>17</b>
<i>Figura 12 Phillip Godderidge, Les Houes 1998.....</i>	<b>17</b>
<i>Figura 13 Emma Rodgers, mono cargando bebé.....</i>	<b>18</b>
<i>Figura 14 Antonia Salmon, forma de Puente 30 X 55 cm.....</i>	<b>18</b>
<i>Figura 15 Construcción horno para Rakú diseño II.....</i>	<b>22</b>
<i>Figura 16 Botones para horno de Rakú diseño II .....</i>	<b>22</b>
<i>Figura 17 Construcción de horno par aRakú diseño II.....</i>	<b>22</b>
<i>Figura 18 Cosntrucción de horno para Rakú diseño II .....</i>	<b>23</b>
<i>Figura 19 Cosntrucción de horno diseño III .....</i>	<b>25</b>
<i>Figura 20 Cosntrucción de horno diseño III .....</i>	<b>25</b>
<i>Figura 21 Cosntrucción de horno diseño III .....</i>	<b>26</b>
<i>Figura 22 Cosntrucción de horno diseño III .....</i>	<b>26</b>
<i>Figura 23 Cosntrucción de horno diseño III .....</i>	<b>26</b>
<i>Figura 24 Pruebas de pasta en seco, de acuerdo a los cuadros de prueba 1, 2, 3 y 4.....</i>	<b>70</b>

<b>Figura 25</b> Pruebas de pasta, bizcochadas a cono 04 (1064 °C).en horno eléctrico.....	70
<b>Figura 26</b> Comparación de encogimiento en pruebas en seco y después de bizcocho a cono 04.....	70
<b>Figura 27</b> Pruebas de vidriado basecuadro 5. 1000°C horno eléctrico.....	73
<b>Figura 28</b> Pruebas de vidriadobase, cuadro 6. 1000°C horno eléctrico.....	73
<b>Figura 29</b> Formula de vidriado base 5-4 (cuadro 5 prueba 4) sobre pastas seleccionadas.....	74
<b>Figura 30</b> Formula de vidriado base 6-5 (cuadro 6 prueba 5) sobre pastas seleccionadas.....	74
<b>Figura 31</b> Formula de vidriado base 6-7 (cuadro 6 prueba 7) sobre pastas seleccionadas.....	75
<b>Figura 32</b> De izquierda a derecha, pruebas del cuadro 7 con 1%, 2% y 3% de opacificador, primera sometida a choque térmico en agua, segunda a proceso de reducción en aserrín.....	76
<b>Figura 33</b> De izquierda a derecha, pruebas del cuadro 8 con 1%, 2% y 3% de opacificador, primera sometida a choque térmico en agua, segunda a proceso de reducción en aserrín.....	77
<b>Figura 34</b> De izquierda a derecha, pruebas del cuadro 9 con 1%, 2% y 3% de opacificador, primera sometida a choque térmico en agua, segunda a proceso de reducción en aserrín.....	77
<b>Figura 35</b> De izquierda a derecha, pruebas del cuadro 10 con 3% de opacificador, primera sometida a choque térmico en agua, segunda a proceso de reducción en aserrín.....	78
<b>Figura 36</b> De izquierda a derecha, pruebas del cuadro 11 con 3% de opacificador, primera sometida a choque térmico en agua, segunda a proceso de reducción en aserrín.....	78

<b>Figura 37</b> De izquierda a derecha, prueba 11-5 con engobe blanco, prueba 11-5 con terra sigilata blanca.....	<b>79</b>
<b>Figura 38</b> De izquierda a derecha, pruebas del cuadro 12 con 3% de opacificador, primera sometida a choque térmico en agua, segunda a proceso de reducción en aserrín.....	<b>79</b>
<b>Figura 39</b> De izquierda a derecha, prueba 12-10 con engobe blanco, prueba 12-10 con terra sigilata blanca. ....	<b>79</b>
<b>Figura 40</b> De izquierda a derecha, pruebas del cuadro 13 con 3% de opacificador, primera sometida a choque térmico en agua, segunda a proceso de reducción en aserrín.....	<b>80</b>
<b>Figura 41</b> De izquierda a derecha, óxido de cobre, cobalto, hierro, cromo y manganeso, reducción en aserrín 7-9 minutos.....	<b>81</b>
<b>Figura 42</b> De izquierda a derecha, óxido de cobre, cobalto, hierro, cromo y manganeso, reducción en papel 7-9 minutos.....	<b>82</b>
<b>Figura 43</b> De izquierda a derecha, óxido de cobre, cobalto, cromo, hierro y manganeso, reducción en cáscara de arroz 7-9 minutos.....	<b>82</b>
<b>Figura 44</b> De izquierda a derecha, óxido de cobre, cobalto, hierro, cromo y manganeso, reducción en tuza seca 7-9 minutos.....	<b>83</b>
<b>Figura 45</b> De izquierda a derecha, carbonato de cobre, carbonato de cobalto, mezcla de ambos.....	<b>84</b>
<b>Figura 46</b> De izquierda a derecha: vidriados coloreados con el 1 y 2% de óxido respectivamente. Ox. Cobre, Ox. Cobalto, Ox. Cromo, Ox. Hierro y Ox. Manganeso.....	<b>85</b>
<b>Figura 47</b> De izquierda a derecha: vidriados coloreados con el 1 y 2% de óxido respectivamente. Ox. Cobre, Ox. Cobalto, Ox. Cromo, Ox. Hierro y Ox. Manganeso, reducción en aserrín 7-9 minutos.....	<b>85</b>
<b>Figura 48</b> De izquierda a derecha: vidriados coloreados con el 1 y 2% de óxido respectivamente. Ox. Cobre, Ox. Cobalto, Ox. Cromo, Ox. Hierro y Ox. Manganeso, reducción en papel 7-9 minutos.....	<b>86</b>

<b>Figura 49</b> De izquierda a derecha vidriados coloreados con el 1 y 2% de oxido respectivamente. Ox. Cobre, Ox. Cobalto, Ox. Cromo, Ox. Hierro y Ox. Manganeso, reducción en cáscara de arroz 7-9 minutos.....	<b>86</b>
<b>Figura 50</b> De izquierda a derecha: vidriados coloreados con el 1 y 2% de oxido respectivamente. Ox. Cobre, Ox. Cobalto, Ox. Cromo, Ox. Hierro y Ox. Manganeso, reducción en tuza seca 7-9 minutos.....	<b>87</b>
<b>Figura 51</b> Vidriado blanco formula 9-9. De izquierda a derecha, prueba en agua, añil y nacazcol.....	<b>88</b>
<b>Figura 52</b> Vidriado blanco formula 10-3. De izquierda a derecha, prueba en agua, añil y nacazcol.....	<b>88</b>
<b>Figura 53</b> Vidriado blanco formula 11-5. De izquierda aderecha, prueba en agua, añil y nacazcol.....	<b>89</b>
<b>Figura 54</b> Vidriado blanco formula 12-10. De izquierda a derecha, prueba en agua, pruebas en añil y prueba en nacazcol.....	<b>90</b>
<b>Figuras 55, 56, 57</b> De izquierda a derecha, proceso de pesado de materia prima en polvo; arcillas mezcladas en porcentajes establecidos; pasta preparada lista para amasado.....	<b>98</b>
<b>Figuras. 58, 59, 60</b> De izquierda a derecha, secuencia del proceso de modelado de pieza artística.....	<b>98</b>
<b>Figuras. 61, 62, 63</b> De izquierda a derecha, secado de obra: Federico Granados, Fernando De León y SaraBoulogne.....	<b>99</b>
<b>Figura 64</b> Horno eléctrico cargado, listo para quema de bizcocho.....	<b>99</b>
<b>Figuras. 65, 66</b> De izquierda a derecha: Aplicación de vidriados y jugo de óxido.....	<b>100</b>
<b>Figuras. 67, 68</b> De izquierda a derecha: Carga, horno quemando, T° 1050° C.....	<b>100</b>

<i>Figuras. 69, 70 De izquierda a derecha: Apertura del horno a 1000°C para extraer la pieza, extracción de la pieza para someterla a reducción en tuza y aserrín.....</i>	<b>95</b>
<i>Figuras 71, 72 De izquierda a derecha: proceso de reducción en recipientes de metal, inmersión en agua para choque térmico.....</i>	<b>95</b>

**INDICE DE CUADROS, TABLAS Y GRÁFICAS ESTADÍSTICAS    No. Pag.**

Cuadro No. 1: Pruebas de pasta y abridores de pasta.....	40
(Barro de la palma)	
Cuadro No. 2: Pruebas de pasta y abridores de pasta.....	40
(Barro de Quezaltepeque)	
Cuadro No. 3: Pruebas de pasta y abridores de pasta.....	41
(Barro de la palma/Quezaltepeque)	
Cuadro No. 4: Pruebas de pasta y abridores de pasta.....	41
(Barro de la palma/Quezaltepeque)	
Cuadro No. 5: Pruebas de vidriado, base transparente.....	42
(método Triaxial)	
Cuadro No. 6: Pruebas de vidriado, base transparente.....	42
(método Tetraxial)	
Cuadro No. 7: Pruebas de vidriado blanco. Formula 1.....	42
Cuadro No. 8: Pruebas de vidriado blanco. Formula 2.....	43
Cuadro No. 9: Pruebas de vidriado blanco. Formula 3.....	43
Cuadro No. 10: Reformulación de vidriados blancos.....	43
Cuadro No. 11: Reformulación de vidriados blancos.....	44
Cuadro No. 12: Reformulación de vidriados blancos.....	44
Cuadro No. 13: Reformulación de vidriados blancos.....	44
Cuadro No. 14: Pruebas de jugo de oxido sobre vidriado blanco.....	45
Cuadro No. 15: Pruebas de vidriados coloreados con óxidos.....	45

Cuadro No. 16: Pruebas de vidriado coloreado, sometido a reducción.....	46
Cuadro No. 17: Pruebas de choque térmico en un líquido.....	46
Tabla 1. Presentación de datos, ensayos físico térmicos .....	52
Tabla 2. Presentación de datos, pruebas de vidriado base transparente .....	53
Tabla 3. Presentación de datos, pruebas de opacificador sobre vidriado base seleccionado .....	53
Tabla 4. Reformulación de vidriados con opacificador .....	54
Tabla 5. Presentación de datos, pruebas de jugo de oxido sobre vidriado blanco .....	54
Tabla 6. Presentación de datos, vidriados coloreados con oxido .....	56
Tabla 7. Presentación de datos, vidriados coloreados sometidos a reducción .....	57
Tabla 8. Presentación de datos, pruebas de inmersión en un líquido para obtener tinturas en posibles craquelados .....	59
Gráfica Estadística 1. Porcentaje de encogimiento total con abridor al 10% .....	60
Gráfica Estadística 2. Porcentaje de encogimiento total con abridor al 20% .....	61
Gráfica Estadística 3. Resistencia al choque térmico, con abridor al 10% .....	62
Gráfica Estadística 4. Resistencia al choque térmico, con abridor al 20% .....	63
Gráfica Estadística 5. Fusibilidad y % de fundente utilizado en vidriados base .....	64
Gráfica Estadística 6. % de opacificador, color resultante .....	65
Gráfica Estadística 7. Reformulación de vidriado blanco, color resultante .....	66
Gráfica Estadística 8. Índice de craquelación en vidriados blancos .....	67

## **ANEXO 1.**

### **JUSTIFICACIÓN**

En el panorama cerámico mundial, una de las técnicas más reconocidas de expresión artística es el Rakú, técnica que sin embargo es prácticamente desconocida en el desarrollo de la cerámica nacional.

Por tanto, el presente trabajo de investigación responde a la necesidad de realizar un estudio de carácter técnico sobre Rakú, debido a que en El Salvador no existe ningún referente de investigación ya sea escrito o artístico acerca de este tema.

El desarrollo de la cerámica artística depende del uso apropiado de la información técnica acerca de los materiales y la teoría correspondiente sobre las posibilidades de creación artística en esta área de trabajo. Es así que se presenta dentro de la investigación la utilización de materias primas locales para la formulación de cuerpos para Rakú, así como materiales de carácter industrial asequibles en nuestro país para la formulación de cubiertas vítreas.

El principal aporte de la investigación radica en ser el primer documento escrito, que contiene los resultados de la experimentación con tecnología apropiada y materiales locales, aplicada a la elaboración de cerámica Rakú, colaborando así con el crecimiento de la cultura cerámica de nuestro país.

Dichos resultados son de especial interés para los estudiantes de la especialidad de cerámica de la Escuela de Artes, puesto que aborda la aplicación de conocimientos físico-químicos sobre materias primas locales, siendo un referente bibliográfico dentro del Taller de cerámica, así mismo abarca la aplicación artística de estos resultados, proporcionando una alternativa de creación plástica, a estudiantes y ceramistas interesados.

## **ANEXO 2.**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.-**

##### **ENUNCIADO.-**

La escasa información sobre los procedimientos de elaboración de cerámica Rakú, dificulta a los ceramistas experimentar con ella, reduciendo las posibilidades de expresión artística con esta técnica en particular.

##### **DESCRIPCIÓN.-**

El desarrollo tecnológico de la cerámica salvadoreña se encuentra todavía en un estado incipiente, en tal sentido, no existe la información suficiente sobre diversos procedimientos de elaboración cerámica, entre los cuales se puede mencionar el de la cerámica Rakú. Esta técnica se caracteriza por sus posibilidades de experimentación y la obtención de acabados únicos.

La falta de investigación cerámica ha incidido en que los ceramistas no experimenten artísticamente con procedimientos alternativos de creación plástica y se concentren en la producción de piezas utilitarias o decorativas utilizando métodos más comunes para su elaboración.

Entre las técnicas de elaboración cerámica más utilizadas en nuestro país se encuentran: el modelado con barro, la técnica de vaciado en moldes de yeso, los recubrimientos con vidriados industriales, quemados en horno eléctrico o a gas.

Sin embargo, existen procesos alternativos como son los utilizados en la técnica de Rakú, que involucran la formulación de vidriados y jugos de óxidos, así como la utilización de procesos de reducción fuera del horno que permiten acabados únicos aplicables a la creación de obra artística.

Una investigación en este campo favorecerá a los ceramistas, estudiantes y otros interesados, al proporcionar un documento elaborado en el país que reúna la información sistematizada resultante de la experimentación con materiales locales, equipo y procedimientos apropiados para la elaboración de cerámica Rakú, volviéndola a su vez una herramienta útil en la creación plástica.

### **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.-**

Debido al carácter técnico de la investigación, no se utilizara la hipótesis como referente y se ha preferido formular el objeto de estudio mediante una pregunta general y cinco preguntas derivadas, ésta últimas serán los elementos claves de la fase experimental, mediante la operacionalización de variables, unidades de análisis e indicadores.

#### **-Pregunta General:**

¿Es posible la elaboración de cerámica Rakú a partir de la utilización de materias primas y tecnología.

#### **-Preguntas Derivadas:**

1. ¿Es factible utilizar tecnología local para construir el equipo necesario en procesos de elaboración de cerámica Rakú?

2. ¿Es posible mejorar la refractariedad de los cuerpos de cerámica Rakú, al incluir un porcentaje que oscile entre el 10 y 20% de abridores de pasta?
3. ¿Es posible sustituir el uso de plomo por otros materiales fundentes en la formula de vidriados de Rakú para temperaturas de 1000°C?
4. ¿De que manera el tiempo de reducción y el tipo de material utilizado influye directamente en el acabado final de las piezas de Rakú?
5. ¿Podrán aplicarse los procedimientos de Rakú investigados en la elaboración de cerámica artística en El Salvador?

### **OPERACIONALIZACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.-**

En este apartado, se operacionalizan las preguntas de control es sus referentes empíricos: Variables dependiente e independiente, unidades de análisis e indicadores.

1. ¿Es factible utilizar tecnología local para construir el equipo necesario en procesos de elaboración de cerámica Rakú?

*Variables:*

*V.I:* Tecnología local.

*V.D:* Construir el equipo necesario. *Indicadores:* Calidad, funcionalidad.

*Unidades de análisis*

*V.I:* Equipo necesario.

*V.D:* Tecnología local.

*Indicadores:*

*V.I:* Calidad y funcionalidad.

*V.D:* Durabilidad y resistencia.

2. ¿Es posible mejorar la refractariedad de los cuerpos de cerámica Rakú, al incluir un porcentaje que oscile entre el 10 y 20% de abridores de pasta?

*Variables:*

*V.I.:* Inclusión de abridores de pasta.

*V.D.:* : Mejorar la refractariedad.

*Unidades de análisis*

*V.I.:* Abridores de pasta

*V.D.:* Cuerpos para la elaboración de cerámica rakú

*Indicadores:*

*V.I.:* Tipo, tamaño de partícula, porcentaje

*V.D.:* Resistencia al choque térmico.

- 3 ¿Es posible sustituir el uso plomo por otros materiales fundentes en la fórmula de vidriados de Rakú para temperaturas de 1000°C?

*Variables:*

*V.I.:* Sustituir el uso de plomo.

*V.D.:* Formular vidriados de rakú para temperaturas de 1000°C.

*Unidades de análisis*

*V.I.:* Materiales fundentes.

*V.D.:* Vidriados

*Indicadores:*

*V.I.:* Fusibilidad y porcentajes

*V.D.:* Temperatura, fusibilidad, textura, color.

- 4 ¿De que manera el tiempo de reducción y el tipo de material utilizado influye directamente en el acabado final de las piezas de Rakú?

*Variables:*

*V.I.:* El tiempo de reducción y el material utilizado.

*V.D.:* Acabado final de la pieza.

*Unidades de análisis*

*V.I.:* Tiempo de reducción, materiales.

*V.D.:* Obra de rakú.

*Indicadores:*

*V.I.:* Cantidad, tipo, tiempo de exposición.

*V.D.:* Color; textura, tamaño.

- 5 ¿Podrán aplicarse los procedimientos de Rakú investigados en la elaboración de cerámica artística en El Salvador?

*Variables:*

*V.I.:* Utilizar los procedimientos de rakú investigados.

*V.D.:* Elaboración de cerámica artística.

*Unidades de análisis*

*V.I.:* Procedimientos de rakú.

*V.D.:* Cerámica artística.

*Indicadores:*

*V.I.:* Aplicabilidad de los procedimientos.

*V.D.:* Producto de calidad artística

### **ANEXO 3.**

#### **OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.**

##### **GENERAL.**

Desarrollar una investigación experimental sobre procedimientos de cerámica Rakú y su aplicación en obra artística a partir de la utilización de materiales y tecnología local, para optar al título de licenciatura en Artes Plásticas, opción en cerámica.

##### **ESPECÍFICOS.**

- Desarrollar una investigación de laboratorio, mediante la cual se puedan obtener los conocimientos para la formulación de pastas y vidriados adecuados en la elaboración de obra artística.
- Construir un horno artesanal diseñado para quemas de Rakú utilizando materiales locales, que permita la cocción de las pruebas de laboratorio y la obra artística.
- Elaborar un informe final que sistematice los procesos y resultados de la investigación experimental así como la elaboración de obra que compruebe dichos resultados que servirá de guía a estudiantes y ceramistas interesados en el desarrollo de la técnica de Rakú.
- Presentar los resultados teóricos y prácticos de la investigación través de una exposición pública en la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador.

## **ANEXO 4.**

### **DELIMITACIÓN.**

#### **TEMPORAL**

El desarrollo de la investigación comprende el período contenido entre el mes de Junio del 2006 hasta el mes de Febrero del 2007.

#### **ESPACIAL**

Debido a las necesidades técnicas para desarrollar el proyecto, se han seleccionado dos lugares fundamentales para desarrollar las fases teórica y práctica:

-Taller de cerámica y aula H3 de la Escuela de Artes de la Universidad de El Salvador, donde se desarrollaron los procesos de laboratorio y construcción de la obra artística respectivamente.

-Taller particular del grupo investigador fuera del campus universitario, donde se llevaron a cabo los horneos de bizcocho, así como las quemadas de Rakú, tanto de la fase experimental como de la obra artística, debido a que no existe en la Escuela de Artes las condiciones y el equipo para desarrollar este tipo de actividades.

## ANEXO 5.

### Línea histórica del Rakú Japonés.-<sup>9</sup>

#### 1ª Generación: *Chojiro* (-- 1589)

Hijo de Ameya de origen chino o coreano. Fundó la producción de artículos de Rakú bajo la guía de Sen no Rikyu quien estableció chanoyu, la ceremonia de té. Realizaba exclusivamente tazones rojos y negros de té para esta ceremonia.



*Fig. 1 "Kyoto", Bol para té. Rakú negro, elaborado por Chojiro.*

#### 1ª Generación: *Tanaka Jokei* (--1594)

Dirigió el taller de Rakú junto a Chojiro, especialmente después de su muerte, fue conocido como "maestro ceramista".

#### 2ª Generación: *Jokei II* (--1635)

Hijo de Jokei. Después de la muerte de Chojiro, dirigió el taller de Rakú, fundando la base para la tradición de Rakú que continúa hasta hoy. Su trabajo tiene más movimiento y variación de forma. También inventó el esmalte blanco además de los esmaltes rojos y negros para Rakú.



*Fig. 2 Rakú blanco tipo Ido, bol para té, elaborado por Jokei II.*

---

<sup>9</sup> Fuente digital: <http://www.raku-yaki.or.jp/index-e.html>

3ª Generación: **Donyu III (1559 - - 1656)**

Hijo mayor de Jokei. Conocido también como Nonko, considerado el alfarero de Rakú más diestro. Introdujo el decorado en la tradición estilística monocroma de decoración negra de Chojiro.



*Fig. 3 “Nue” Rakú rojo, elaborado por Donyu II.*

4ª Generación: **Ichinyu IV [1640 - 1696]**

Hijo mayor de Donyu. Tenía solo 1 año cuando su padre murió. Su estilo está más cercano al de Chojiro que al estilo más innovador de Donyu. Su mayor aporte fue la invención de un nuevo tipo del esmalte: “shuyaku”, el barniz negro moteado con el rojo, tuvo una influencia significativa en el trabajo de generaciones sucesivas.



*Fig. 4 Rakú rojo, bol para té, elaborado*

*por Ichinyu.*

5ª Generación: **Sonyu V [1664 - 1716]**

Hijo de Kariganeya Sanuemon y adoptado más adelante por Ichinyu, Sonyú tuvo éxito como la quinta generación en 1691. Su vidriado seco mate, comúnmente conocido como “kase”, es una prueba de la tendencia de Sonyu al estilo de Chojiro. El acabado pesado, de hierro oxidado es un referente claro de la estética de Sonyu.



*Fig. 5 “Kimoh” Bol para té, Rakú negro elaborado por Sonyu*

6ª Generación: *Sanyu VI [1685 - 1739]*

Hijo de Yamatoya Kahei y luego adoptado en la familia Rakú como yerno de Sonyu. En 1708 sucedió a Sonyu V y en 1728 se retiró, asumiendo el nombre de Sanyu. Hizo numerosas copias de otras piezas cerámicas,

incluyendo boles para té de Koetsu. Los estilos característicos de otros, son fusionados con éxito en el trabajo de Sanyu, lo que le da su propio mérito.



*Fig. 6 "Yokokumo", Bol para té, Rakú rojo, elaborado por Sanyu VI*

7ª Generación: *Chonyu VII [1714 – 1770]*

Hijo mayor de Sanyu, fue el sucesor en la 7ª generación, en 1728 y asumió el nombre de Chonyu a su retiro en 1762. Sus características estilísticas son menos distintivas, comparadas con las de otras generaciones Rakú. En contraste a la particular reinterpretación de la forma de Sonyu, del estilo de Chojiro, el trabajo de Chonyu es más reservado.



*Fig. 7 Bol para té, Rakú negro, con diseño de bambú, elaborado por Chonyu.*

8ª Generación: Tokunyu VIII [1745 - 1774]

Hijo mayor de Chonyu, sucesor en la 8ª generación, en 1762 y se retiró en 1770, haciéndose llamar Sahei. El nombre Tokunyu, le fue otorgado hasta el 25 aniversario de su muerte. Nunca logró establecer un estilo propio, y la influencia de su padre Chonyu, es evidente en su trabajo.



*Fig. 8 Bol para té, Rakú rojo, elaborado por Tokonyu.*

9ª Generación: **Ryonyu IX [1756 - 1834]**

Segundo hijo de Chonyu, fue el sucesor en la 9ª generación, cuando a penas tenía 14 años. Asumió el nombre de Ryonyu, a su retiro en 1825. La importancia particular de sus logros, radica en el uso de cortes en el borde, que le aportaron dinamismo y novedad a la tradición del Rakú.



*Fig. 9 Bol para té, Rakú Rojo, elaborado por Ryonyu*

10ª Generación: **Tannyu X [1795 - 1854]**

Segundo hijo de Ryonyu, perteneció a la 10ª generación en 1811. Tomó el nombre de Tannyu a su retiro en 1845. La influencia estilística de su padre es evidente en su trabajo. El efecto del borde es más elaborado y variado.



*Fig. 10 Bol para té, Rakú rojo, elaborado por Tanyu.*

11ª Generación: **Keinyu XI [1817 - 1902]**

Hijo de Ogawa Naohachi, fue adoptado en la familia Rakú como yerno de Tanyu. Perteneció a la 11ª generación 1845. Se retiró en 1871, asumiendo el nombre de Keinyu. El período en el que vivió, fue una era de transformación del feudalismo a la modernización, que introdujo algunos elementos occidentales. Al mismo tiempo, se dio el colapso de la cultura del té, de ahí que Keinyu haya realizado una gran variedad de cerámica, no solo boles para té, sino también objetos decorativos.



*Fig. 11 "Shiohi". Bol para té, Rakú blanco, elaborado por Keinyu.*

12ª Generación: *Konyu XII [1857 - 1932]*

Hijo mayor de Keinyu, perteneciente a la 12ª generación en 1871 a la de edad de 15. Tomó el nombre de Konyu a su retiro en 1919. Tuvo muchas confrontaciones con su padre al heredar la producción, desde que la tradición del té colapsó debido a la modernización.



*Fig. 12 Bol para té, Rakú rojo, elaborado por Konyu.*

13ª Generación: *Seinyu XIII [1887 - 1944]*

Hijo mayor de Konyu, sucesor en la 13ª generación en 1919. Sus 57 años de vida vieron las dos guerras mundiales. Siguió particularmente la tradición de los boles para té. Era un investigador entusiasta de vidriados, aplicando varios minerales de diferentes fuentes en Japón, para su experimentación.



*Fig. 13 “Araiso” Bol para te, Rakú negro, elaborado por Seinyu.*

14ª Generación: **Kakunyu XIV [1918 - 1980]**

Hijo mayor de Seinyu, graduado del Departamento de Escultura de la Escuela de Arte de Tokyo. Perteneció a la 14ª generación en 1945, a finales de la Segunda Guerra Mundial. El conocimiento básico de arte moderno, que adquirió en la escuela de Tokyo le ayudo a establecer un estilo único. Sus bordes son más precisos, para darle más fuerza a la composición de la estructura de los boles de té



*Fig. 14 "Saii" Bol plano para té. Rakú rojo, elaborado por Dakunyu.*

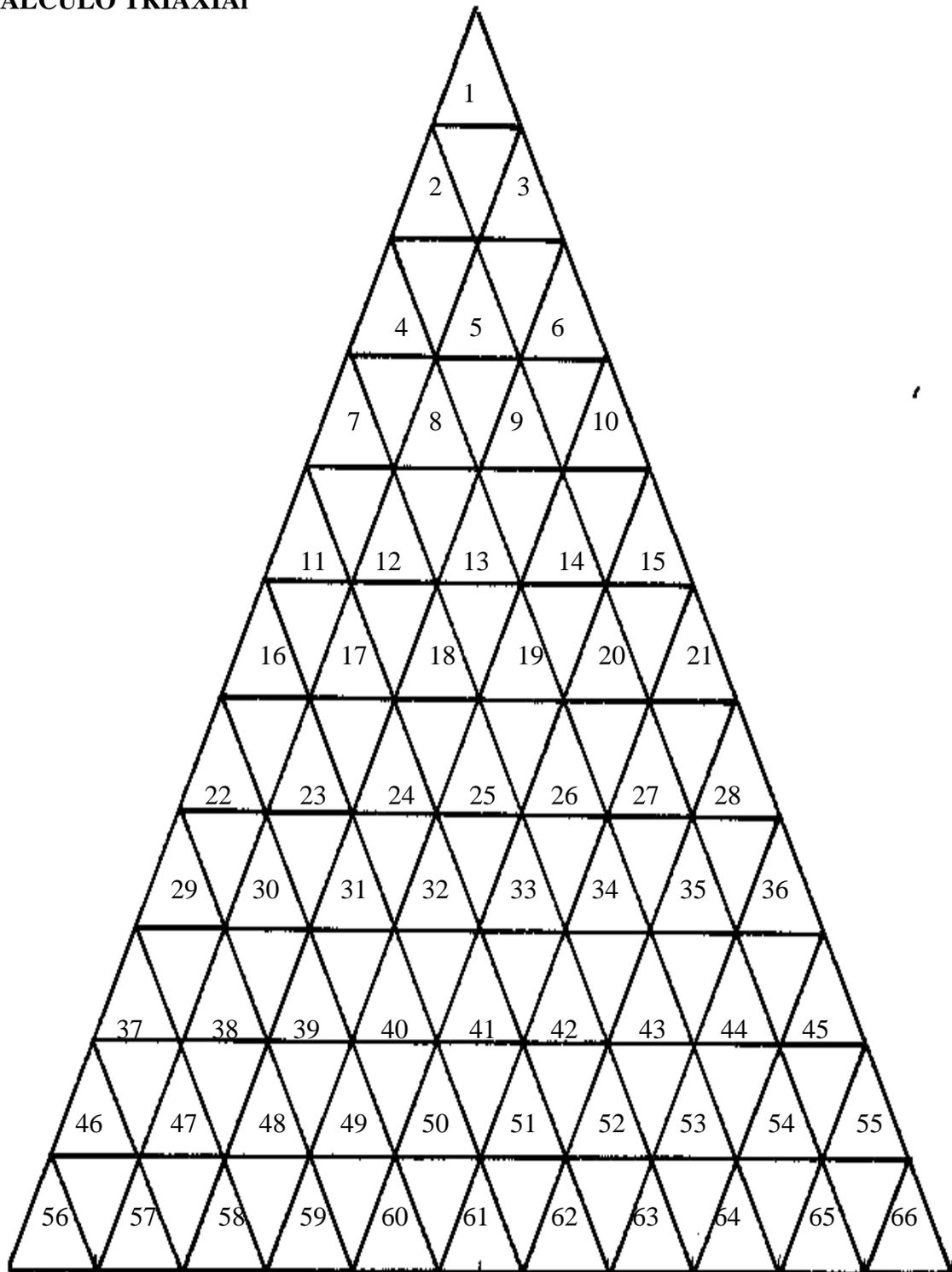
15ª Generación: **Kichizaemon XV [1949 - ]**

Hijo mayor de Kakunyu. Después de graduarse del departamento de Escultura de la Universidad de Bellas artes en Kyoto en 1973, fue a Italia para realizar más estudios. Pertenece a la 15ª generación, desde 1981 hasta la fecha.



*Fig. 15 "Sanki" Bol para té del tipo Yakinuki, elaborado por Kichizaemon.*

**ANEXO 6.**  
**DIAGRAMA DE**  
**CALCULO TRIAXIAL**



## Porcentajes de calculo triaxial.

1. 100% A
2. 90%A;10% B
3. 90%A; 10% C
4. 80%A; 20% B
5. 80%A;10%B; 10% C
6. 80% A; 20% C
7. 70 %A; 30% B
8. 70%A 20% B; 10% C
9. 70%A;10%B; 20% C
10. 70% A; 30% C
11. 60% A; 40% B
12. 60%A;30%B; 10%C
13. 60%A;20%B ;20%C
14. 60%A;10%B; 30% C
15. 60% A; 40% C
16. 50% A; 50% B
17. 50% A; 40% B; 10% C
18. 50% A; 30% B; 20% C
19. 50% A; 20% B; 30% C
20. 50% A; 10% B; 40% C
21. 50% A; 50% C
22. 40% A; 60% B
23. 40% A; 50% B; 10% C
24. 40% A; 40% B; 40% C
25. 40% A; 30%B; 30% C
26. 40% A; 20% B; 40% C
27. 40% A; 10% B; 50% C
28. 40% A; 60% C
29. 30% A; 70% B
30. 30% A; 60% B; 10% C
31. 30% A; 50% B; 20% C
32. 30% A; 40% B; 30% C
33. 30% A; 30% B; 40% C
34. 30% A; 20% B; 50% C
35. 30% A; 10% B; 60% C
36. 30% A; 70% C
37. 20% A; 80% B
38. 20% A; 70% B; 10% C
39. 20% A; 60% B; 20% C
40. 20% A; 50% B; 30% C
41. 20% A; 40% B; 40% C
42. 20% A; 30% B; 50% C
43. 20% A; 20% B; 60% C
44. 20% A; 10% B; 70% C
45. 20% A; 80% B
46. 10% A; 90% B
47. 10%A; 80% B; 10% C
48. 10%A; 70% B; 20% C
49. 10%A; 60% B; 30% C
50. 10% A; 50% B; 40% C
51. 10%A; 40% B; 50% C
52. 10%A; 30% B; 60% C
53. 10%A; 20% B; 70% C
54. 10%A; 10% B; 80% C
55. 10% A; 90% C
56. 100% B
57. 90% B; 10% C
58. 80% B; 20% C
59. 70% B; 30% C
60. 60% B; 40% C
61. 50% B; 50% C
62. 40 % B; 60% C
63. 30% B; 70% C
64. 20% B; 80% C
65. 10% B; 90% C
66. 100%

**ANEXO 7.**

**DIAGRAMA DE  
CALCULO TETRAXIAL**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121

### Porcentajes de cálculo Tetraxia

1. 50% A; 50% B
2. 50% A; 45% B; 5% D
3. 50% A; 40% B; 10% D
4. 50% A; 35% B; 15% D
5. 50% A; 30% B; 20% D
6. 50% A; 25% B; 25% D
7. 50% A; 20% B; 30% D
8. 50% A; 15% B; 35% D
9. 50% A; 10% B; 40% D
10. 50% A; 5% B; 45% D
11. 50% A; 50% D
12. 45% A; 50% B; 5% C
13. 45% A; 45% B; 5% C; 5% D
14. 45% A; 40% B; 5% C; 10% D
15. 45% A; 35% B; 5% C; 15% D
16. 45% A; 30% B; 5% C; 20% D
17. 45% A; 25% B; 5% C; 25% D
18. 45% A; 20% B; 5% C; 30% D
19. 45% A; 15% B; 5% C; 35% D
20. 45% A; 10% B; 5% C; 40% D
21. 45% A; 5% B; 5% C; 45% D
22. 45% A; 5% C; 50% D
23. 40% A; 50% B; 10% C
24. 40% A; 45% B; 10% C; 5% D
25. 40% A; 40% B; 10% C; 10% D
26. 40% A; 35% B; 10% C; 15% D
27. 40% A; 30% B; 10% C; 20% D
28. 40% A; 25% B; 10% C; 25% D
29. 40% A; 20% B; 10% C; 30% D
30. 40% A; 15% B; 10% C; 35% D
31. 40% A; 10% B; 10% C; 40% D
32. 40% A; 5% B; 10% C; 45% D
33. 40% A; 10% C; 50% D
34. 35% A; 50% B; 15% C
35. 35% A; 45% B; 15% C; 5% D
36. 35% A; 40% B; 15% C; 10% D
37. 35% A; 35% B; 15% C; 15% D
38. 35% A; 30% B; 15% C; 20% D
39. 35% A; 25% B; 15% C; 25% D
40. 35% A; 20% B; 15% C; 30% D
41. 35% A; 15% B; 15% C; 35% D
42. 35% A; 10% B; 15% C; 40% D
43. 35% A; 5% B; 15% C; 45% D
44. 35% A; 15% C; 50% D
45. 30% A; 50% B; 20% C
46. 30% A; 45% B; 20% C; 5% D
47. 30% A; 40% B; 20% C; 10% D
48. 30% A; 35% B; 20% C; 15% D
49. 30% A; 30% B; 20% C; 20% D
50. 30% A; 25% B; 20% C; 25% D
51. 30% A; 20% B; 20% C; 30% D
52. 30% A; 15% B; 20% C; 35% D
53. 30% A; 10% B; 20% C; 40% D
54. 30% A; 5% B; 20% C; 45% D
55. 30% A; 20% C; 50% D
56. 25% A; 50% B; 25% C
57. 25% A; 45% B; 25% C; 5% D
58. 25% A; 40% B; 25% C; 10% D
59. 25% A; 35% B; 25% C; 15% D
60. 25% A; 30% B; 25% C; 20% D
61. 25% A; 25% B; 25% C; 25% D
62. 25% A; 20% B; 25% C; 30% D
63. 25% A; 15% B; 25% C; 35% D
64. 25% A; 10% B; 25% C; 40% D
65. 25% A; 5% B; 25% C; 45% D
66. 25% A; 25% C; 50% D
67. 20% A; 50% B; 30% C
68. 20% A; 45% B; 30% C; 5% D
69. 20% A; 40% B; 30% C; 10% D

70. 20% A; 35% B; 30% C; 15% D
71. 20% A; 30% B; 30% C; 20% D
72. 20% A; 25% B; 30% C; 25% D
73. 20% A; 20% B; 30% C; 30% D
74. 20% A; 15% B; 30% C; 35% D
75. 20% A; 10% B; 30% C; 40% D
76. 20% A; 5% B; 30% C; 45% D
77. 20% A; 30% C; 50% D
78. 15% A; 50% B; 35% C
79. 15% A; 45% B; 35% C; 5% D
80. 15% A; 40% B; 35% C; 10% D
81. 15% A; 35% B; 35% C; 15% D
82. 15% A; 30% B; 35% C; 20% D
83. 15% A; 25% B; 35% C; 25% D
84. 15% A; 20% B; 35% C; 30% D
85. 15% A; 15% B; 35% C; 35% D
86. 15% A; 10% B; 35% C; 40% D
87. 15% A; 5% B; 35% C; 45% D
88. 15% A; 35% C; 50% D
89. 10% A; 50% B; 40% C
90. 10% A; 45% B; 40% C; 5% D
91. 10% A; 40% B; 40% C; 10% D
92. 10% A; 35% B; 40% C; 15% D
93. 10% A; 30% B; 40% C; 20% D
94. 10% A; 25% B; 40% C; 25% D
95. 10% A; 20% B; 40% C; 30% D
96. 10% A; 15% B; 40% C; 35% D
97. 10% A; 10% B; 40% C; 40% D
98. 10% A; 5% B; 40% C; 45% D
99. 10% A; 40% C; 50% D
100. 5% A; 50% B; 45% C
101. 5% A; 45% B; 45% C; 5% D
102. 5% A; 40% B; 45% C; 10% D
103. 5% A; 35% B; 45% C; 15% D
104. 5% A; 30% B; 45% C; 20% D
105. 5% A; 25% B; 45% C; 25% D
106. 5% A; 20% B; 45% C; 30% D
107. 5% A; 15% B; 45% C; 35% D
108. 5% A; 10% B; 45% C; 40% D
109. 5% A; 5% B; 45% C; 45% D
110. 5% A; 45% C; 50% D
111. 50% B; 50% C
112. 45% B; 50% C; 5% D
113. 40% B; 50% C; 10% D
114. 35% A; 50% B; 15% D
115. 30% B; 50% C; 20% D
116. 25% B; 50% C; 25% D
117. 20% B; 50% C; 30% D
118. 15% B; 50% C; 35% D
119. 10% B; 50% C; 40% D
120. 5% B; 50% C; 45% D
121. 50% C; 50% D

**ANEXO 8.**

**INSTRUMENTO UTILIZADO PARA LAS ENTREVISTAS**

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

**Nombre del entrevistado:**

**Fecha:**

**Objetivo:** Conocer acerca de los antecedentes del Rakú en El Salvador.

1. **¿Cuanto tiempo tiene de realizar cerámica?**
2. **¿Que es para usted la cerámica artística?**
3. **¿Conoce el RAKÚ y que entiende por RAKÚ?**
4. **¿Si ha hecho RAKÚ, tiene algún registro sobre dichas prácticas?**
5. **¿Porque dejo de hacer RAKÚ?**
6. **¿Le interesaría acceder a un documento que le facilite la implementación de dicha técnica?**

## **ANEXO 9.**

### **INFORMACIÓN GENERAL DE MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA EXPERIMENTACIÓN.**

#### **Barro de la Palma**

Arcilla residual, proveniente de La Palma, departamento de Chalatenango, El Salvador. El yacimiento utilizado para la extracción del material de investigación se encuentra dentro del pueblo en una ladera cercana al río de este lugar. La coloración varía de acuerdo a las diferentes vetas que se encuentran en el sitio (gris, café claro, café rojizo).

Molido en molino de martillo con lo cual se preserva el chamote propio de la arcilla, a una maya 80X80. El polvo resultante es de color café claro. Por si sola, esta arcilla es poco plástica por lo que presenta poco encogimiento después de la quema de bizcocho (900-1050°C) después de la cual es de color salmón.

#### **Barro rojo de Quezaltepeque**

Arcilla sedimentaria, proveniente de Quezaltepeque, El Salvador. Comprada en uno de los talleres artesanales del sitio. En bruto, la arcilla fue adquirida en terrones de color rojizo, con mucha materia orgánica. Secada al sol, triturada con pizón y colada a maya 80X80. El polvo resultante es de color café rojizo oscuro. Por si sola es muy plástica por lo que presenta un encogimiento considerable al quemarse arriba de los 900°C. Después del bizcocho es de color rojo-ocre intenso.

## **Chamote**

El chamote fue elaborado a partir de la arcilla de La palma en polvo, quemado a 1060°C, el cual fue introducido en la pasta de acuerdo a las formulaciones presentadas en el trabajo.

## **Añil**

Este [tinte](#) es extraído de un [arbusto](#) llamado [añil](#) o [índigo](#) (del género Indigofera), el cual fue adquirido en polvo a un porcentaje del 47% y preparado en una infusión de añil, soda cáustica e hidrosulfito, de tal forma que este se comporte como si estuviera formulado para teñir telas.

## **Agua de nacazcol**

Sustancia líquida obtenida de la fermentación de semillas del árbol de nacazcol, con un agregado de corteza de quebracho. Para la investigación se utilizó ½ libra de frutos en un litro de agua, se dejó reposar por 2 días y luego se procedió a hervir la mezcla. El agua resultante se utilizó para realizar las inmersiones.

## **Frita E 2000**

La frita utilizada en la investigación fue adquirida en el comercio llamado J Beal, quienes no poseen la composición química del producto, por lo que si este fundente es adquirido en otra fuente, habrá que realizar las experimentaciones necesarias para corroborar los resultados.

## Laguna Borate

Fundente de características muy específicas que contiene un alto porcentaje de Boro. Este material reproduce las características del Gerstly Borate.

“Esta compuesto por un borato de calcio, en combinación con otros materiales y químicos que lo enriquecen. En la descripción específica del material, la empresa Laguna sugiere que pueden hacerse ajustes en las formulas de vidriado, añadiendo un 2% de bentonita como suspensor o un 0.5% de CMC para mejorar la adherencia del vidriado a la pieza”<sup>10</sup>.

La empresa Laguna no ha publicado una formula específica para su producto laguna Borate, sin embargo, de acuerdo a la composición del Gerstly Borate y a los materiales de los que dispone Laguna, la formula se ha inferido resultando la siguiente composición:

Composición química del producto denominado Laguna Borate<sup>11</sup>

**B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** 27.5% **Na<sub>2</sub>O** 4.0% **CaO** 18.9% **MgO** 2.3% **K<sub>2</sub>O** 1.4% **Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** 0.1% **TiO<sub>2</sub>**  
0.1% **Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** 8.7% **SiO<sub>2</sub>** 18.7% **LOI** 19.0%.

---

<sup>10</sup> Fuente digital: <http://www.ceramicsmonthly.org/mustreads/substitutions.asp>

<sup>11</sup> Fuente digital: <http://www.digitalfire.com/gerstleyborate/lagunaborate.shtml>

## **Borax<sup>12</sup>**

### *Quimica*

[Na2O](#) 16.250

[B2O3](#) 36.490

**LOI** 47.260

El bórax ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) es un gran fundente (comparable al óxido de plomo), esta disponible en polvo, en forma granulada o en forma de grandes cristales, siendo la forma granulada la más utilizada en los procesos cerámicos. El bórax empieza a derretirse en su propia agua de cristalización a 60.8 °C. Es soluble en agua, ácidos y otros solventes. Casi todo el bórax Americano proviene de depósitos cristalinos del mineral llamado Tincal en el desierto de Mohave en California (el bórax asiático es llamado Tincal).

Debido a que el bórax es soluble en agua, es necesario introducirlo en las mezclas de vidriado ya fritado. Aunque el boro en las fritas ya no tiene la forma de bórax, es común utilizar el término “Frita de bórax” para reconocer la fuente del boro.

El bórax es utilizado ampliamente como un fundente y formador de vidrio a casi cualquier rango de temperatura, pero especialmente en cerámica de baja temperatura. Al igual que la sílica, los óxidos del boro se combinan con los demás elementos base y son importantes en el desarrollo del color del vidriado. Sin embargo, el intercambio de sílica por bórax usualmente tiene repercusión en la dureza del vidriado. El uso de bórax en la presencia de calcio, puede producir cristales de borato de calcio que le dan una apariencia lechosa a los vidriados transparentes.

Muchas fritas de bórax están disponibles en el mercado de productos cerámicos y el óxido bórico se comporta como un fundente muy activo, por tanto estas fritas son

---

<sup>12</sup> Fuente digital: <http://ceramic-materials.com/ceramat/material/127.html>

utilizadas frecuentemente para eliminar el plomo en vidriados de baja temperatura. Puede ser utilizado además para aumentar la fluidez del vidriado y eliminar imperfecciones en la superficie. Su índice de expansión es muy bajo (más bajo que el de la silica) lo que le hace muy valioso para evitar la craquelación en vidriados de baja temperatura.

El bórax es muy importante en la manufactura de vidriados, para obtener una menor expansión y una mejor transferencia de calor necesaria en el ciclo de calentamiento y enfriamiento de una pieza. Además provee resistencia a la corrosión y baja la temperatura de trabajo. Pequeñas cantidades en vidriados que contienen, soda y calcio, pueden adquirir mayor dureza, brillo, durabilidad y resistencia al shock térmico. La inclusión de óxido bórico en vez de silica, reduce la temperatura de fusión, sustituyéndolo por soda mejora las propiedades térmicas y la durabilidad.

## Silica (Silice)<sup>13</sup>

*Química*

SiO<sub>2</sub> 100.000

El término 'silica' puede ser engañoso. Es importante comprender la diferencia entre la 'silica mineral', los 'silicatos' y la 'silica de vidrio'. El cuarzo es el mejor ejemplo de un mineral en estado natural que es dióxido de silicio puro (es el mineral de este tipo más abundante del planeta tierra). Otros minerales cerámicos como el feldespato y la arcilla contienen algún porcentaje de silica (o cuarzo complementario). Sin embargo, estas también contienen silicatos, o sea SiO<sub>2</sub> combinado químicamente con otros óxidos para formar cristales minerales. Otras rocas y minerales que contienen silica son: la andalusita, la arena de playa, la bentonita, calcita, kaolín, mica, talco, walastonita, el zirconio, la arena, el granito, entre muchos otros.

Los minerales de silica pura (como el cuarzo) tienen puntos de fusión altos. En cuerpos cerámicos o vidriados deben agregarse otros óxidos y minerales para complementar las formulas. En algunos casos, la silica es considerada como un 'relleno' (por ejemplo en las pastas de porcelana). Es interesante observar que en algunos cuerpos cerámicos especiales, se reemplaza la silica, con alumina calcinada, esto incrementa la resistencia del cuerpo y reduce la expansión térmica, pero igualmente incrementa su costo.

Las partículas individuales de cuarzo tienen un alto nivel de expansión térmica (y contracción asociada a este fenómeno) y cambian su volumen de manera significativa a medida pasan por el proceso de 'inversión' de temperatura durante la quema. Esto puede producir un tipo de craquelado donde la silica no se disuelve en vidrio del feldespato

---

<sup>13</sup> Fuente digital: <http://ceramic-materials.com/ceremat/material/1245.html>

derretido. La grieta ocurre como microgrietas que irradian de cada partícula y se propagan cada vez más en grietas más grandes. Los cuerpos con alto contenido de cuarzo, por lo general no son apropiados para la elaboración de utensilios para horneo o que deban resistir cambios repentinos de temperatura.

Los cuerpos para alta temperatura tienden a contener hasta un 30% de silica, mientras que los que se elaboran para baja temperatura tienen mucho menos o nada de silica (debido a su naturaleza refractaria). En vidriados de alta temperatura, puede existir hasta un 40% o más de silica, siempre y cuando exista suficiente fundente para formar los silicatos.

La silica, especialmente en su forma de cuarzo, es el principal responsable de las craqueladuras a baja temperatura, si se sobrepasa su proporción adecuada en la formula, en contraste, una abundancia de silica en vidriados de alta temperatura (arriba de 1100°C) retardará e incluso puede prevenir la craqueladura.

La proporción de silica y alumina es uno de los determinantes del brillo en un vidriado: mientras mas alumina y menos silica haya en el vidriado, este será más mate; mientras mas silica y menos alumina haya en el vidriado, este tendrá más brillo. Esta relación también puede afectar el rango de opacidad o transparencia, pero otros ingredientes como (el hierro, el magnesio, estaño, etc) pueden incidir en la relación entre la silica y la alumina, volviéndose elementos principales en la producción de vidriados opacos. Además, los óxidos colorantes producen algún grado de opacidad, aún cuando parecen ser completamente transparentes.

## **Caolín<sup>14</sup>**

### *Química*

[Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>](#) 40.210

[SiO<sub>2</sub>](#) 47.290

**LOI** 12.500

El caolín es una arcilla cristal mineral pura, formada por una parte de alumina y dos partes de silica (es conocida también como China Clay). La mayoría de las otras arcillas minerales son derivadas del caolín. Las partículas del caolín son planas y en comparación a las de las demás arcillas más grandes. Tienen una superficie química que le proporciona una afinidad al agua.

Su punto de fusión se encuentra entre los 1200°C, dependiendo de las impurezas que contenga, pero si es mezclado con un feldespato, su alumina combinada añadirá refractariedad, subsecuentemente detendrá el punto de fusión y podría llevarlo hasta 1450°C°.

Los caolines son más blancos y limpios que otras arcillas, porque son minados cerca de la roca madre, sin embargo pueden contaminarse con otras rocas e impurezas que deben ser separadas utilizando varios procesos de secado y lavado.

El caolín puro es la arcilla que ha de elegirse si se necesitan cuerpos cerámicos blancos y limpios. Muchas porcelanas contienen una mezcla de caolín solo como complemento. Pero los caolines tienen una baja plasticidad, comparada a otras arcillas. Aunque es casi imposible trabajar con caolín puro en proyectos que no sean a través de moldes, pueden incluirse porcentajes de Ballclay, bentonita u otras arcillas plásticas para mejorar dicha condición.

---

<sup>14</sup> Fuente digital: <http://ceramic-materials.com/ceramat/material/925.html>

Debido a que el mineral caolinita tiene las partículas mas grandes que las de el ballclay y la bentonita, produce un buen cruce de partículas de diferentes tamaños, lo cual mejora las propiedades de manipulación y secado. Otra ventaja de las partículas grandes de caolín es que son mucho mas permeables al paso de agua.

Los caolines son empleados en vidriados para suspender el feldespato, la frita y otras partículas (la superficie química de sus partículas le provee dicha habilidad). Al mismo tiempo, la química del caolín lo hace la fuente primaria de alumina para los vidriados en que se incluye.

El caolín un un silicato de alumina muy refractario. Los cuerpos que tienen como base un caolín, son utilizados para hacer todo tipo de partes refractarias para la industria en general. El llamado Kiln wash es por lo general hecho con una mezcla de 50:50 caolín y sílice.

## **Zircopax<sup>15</sup>**

*Química*

ZrO<sub>2</sub> 67.210

SiO<sub>2</sub> 32.790

Zircopax es el nombre de una marca para el material conocido como silicato de zirconio. Es utilizado generalmente para obtener una semi-opacidad en los vidriados. Materiales más finos como el Superpax, se utilizan para una opacidad total.

Las presentaciones de los opacificadores varían de acuerdo al tamaño de la partícula, mientras mas fina sea, mejor será la opacidad. Además, en los de partículas más pequeñas se incorpora un porcentaje extra de silica para lograr un el máximo de blanco.

- **Opacificador de vidriado - Blanco.-**

Los silicatos de zirconio son utilizados primordialmente como opacificadores en vidriados de cualquier rango de temperatura. Aunque el oxido de estaño es más efectivo, los materiales de zirconio son mucho mas baratos, mas estables en atmósferas reductoras y menos reactivos hacia algunos óxidos colorantes. Aunque el oxido de zirconio es efectivo como opacificador, los silicatos de zirconio se dispersan mejor, son más baratos y el vidriado tolera que se añada silica.

---

<sup>15</sup> Fuente digital: <http://ceramic-materials.com/ceramat/material/1724.html>

## **Oxido de hierro<sup>16</sup>**

**Familia:** Colorante

**Peso:** 81.800

**Expansión:** 0.000

**Fusión:** 1420° C

En arcillas y vidriados, la quema en condiciones reductoras, en arcillas que contienen un porcentaje significativo de material orgánica, el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  puede convertirse en  $\text{FeO}$  a los 900°C El  $\text{FeO}$  es un fundente muy potente. Una vez que el hierro se ha reducido y se activa la formación del vidrio, es muy difícil reoxidarlo. Por esta razón, las quemas de hierro en reducción deben ser suaves y lentas para reducir el hierro mucho antes que se derrita el vidrio. Por lo tanto deben quemarse lentamente entre 250-500 °C, rango que provee el tiempo adecuado para que la materia orgánica se queme.

La mayoría de vidriados disolverán más hierro en el proceso de fusión, que lo que podrán incorporar en el proceso de enfriamiento del vidriado. Aun así el exceso de hierro se precipita durante el enfriado formando cristales. Este comportamiento es normal en oxidación y sucede con más fuerza en reducción. Por ejemplo, un vidriado típico de baja temperatura con un 15% de hierro se convertirá en un destellante color oxido con una malla de cristales.

Las arcillas que contienen hierro obtienen un color más oscuro durante una quema reductora, que en una oxidante. Además los cuerpos cerámicos que contienen hierro quemados en reducción pueden experimentar cambios drásticos de color que

---

<sup>16</sup> Fuente digital: <http://ceramic-materials.com/ceramat/oxide/feo.html>

pueden variar de café claro a café oscuro, de acuerdo a las temperaturas y a su formulación.

Propiedades.-

- **Color del Vidriado - Celadon, Verde**

Cuando se utiliza 1-5% de hierro en un vidriado transparente en reducción, que contenga algo de calcio y potasio, se produce un vidriado 'celadon', que es un vidriado brillante con un leve tinte verde creado por microburbujas suspendidas en la cubierta vítrea.

- **Color del Vidriado - Oxido**

Un vidriado típico de alta temperatura en reducción al que se le agregue un 15% de hierro. Producirá un color oxidado destellante, con una red de cristales. Para este fin los vidriados alcalinos funcionan mucho mejor. La presencia de Bario puede impedir este efecto.

- **Color del Vidriado - Café**

Vidriados en reducción saturados de hierro normalmente quemar a un color negro, en reducción se acercará más al café si hay mucha alumina, si hay poca podría tornarse azulado.

- **Color del Vidriado - Azul**

La presencia de penta oxido de fósforo, litio y soda, también pueden producir azules, en ambos casos (alta saturación o saturación normal) en una quema reductora. Los vidriados que contienen hierro pueden tornarse azules si hay poca alumina.

- **Color del Vidriado - Negro**

Los vidriados clásicos para reducción que oscilan entre negro y café son hechos con un 8-12% de hierro.

## **Oxido de manganeso<sup>17</sup>**

**Familia:** Colorante

**Peso:** 86.900

**Expansión:** 0.050

**Fusión:** 1080 °C

El dióxido de Manganeso existe solo bajo los 1080° C, arriba de los cuales el dióxido se disocia para soltar el oxígeno y se transforma en MnO. El manganeso es un colorante utilizado tanto en vidriados como en cuerpos cerámicos, produciendo colores negros, cafés y morados.

Mientras menor sea el porcentaje utilizado, más fácil se disolverá en el vidriado, sin embargo, alrededor del 5% el manganeso se precipitará y cristalizará. En porcentajes más altos a ese en quemas oxidantes (entre 10 y 20 %), pueden presentarse superficies metálicas.

En vidriados bajo los 1080 °C puede producir colores café si es utilizado en presencia de estaño.

*Propiedades.-*

- **Color del Vidriado - Negro**

La combinación de manganeso y cobalto da como resultado negro. El hierro también puede ser utilizado para estos fines. Por ejemplo, una mezcla de 8 hierro, 4 manganeso y 0.5 de cobalto da un jugo de óxido .

### ***Color del Vidriado – Morado.***

Los colores morados pueden ser obtenidos en vidriados altos en alcalinidad (KNaO) y bajos en alumina, especialmente en combinación con cobalto (debe entonces buscarse una fritada con estas características)

## **Oxido de cromo<sup>18</sup>**

**Familia:** colorante

**Peso:** 152.000

**Expansión:**0.000

**Fusión:** 2265° C

El cromo es un color 'rápido' esto significa que produce el color verde en quemas oxidantes rápidas o lentas o en reducción. Es utilizado también en la industria cosmética, así como en la industria del vidrio para hacer vidrio verde, en algunos casos se añade Antimonio para asegurar un verde Esmeralda.

El cromo no es muy soluble en el vidrio y no forma silicatos ni se combina con facilidad con los fundentes, a menos que estos compuestos sean de partículas muy finas y dispersas en cantidades pequeñas. (1% se disolverá cualquier vidriado).

Opacificadores de zirconio al 1 y 2% son con frecuencia agregados a los vidriados de cromo para estabilizarlos y prevenir bordes café. Cantidades de hasta el 3% en un vidriado provee opacidad y una coloración gris verdosa.

El oxido de cromo puede utilizarse en la preparación de jugo de óxido en porcentajes de hasta el 5%, otorgando un color gris verdoso.

Los verdes producidos por el cromo pueden variar a colores acuos, cuando se añade un porcentaje de óxido de cobalto (1% de cada uno resulta un color brillante) esto tiene mejores resultados en vidriados que contienen boro y soda. Mientras que en vidriados que contienen Zinc, tiende a formar cromato de zinc café.

---

<sup>18</sup> Fuente digital: <http://ceramic-materials.com/ceramat/oxide/cr2o3.html>

El óxido de cromo es agregado a esmaltes para lograr un color verde, siempre y cuando el bórax y el Zinc sean utilizados para aumentar el brillo del color.

Propiedades.-

- **Color del vidriado – Morado.**

La combinación de cromo y estaño puede producir rosado, el cual se tornará morado si existe una cantidad significativa de boro en la formulación y se agrega óxido de cobalto y se quema a alta temperatura.

- ***Color del vidriado - Verde***

El cromo es un colorante clásico de color verde para recetas de vidriado en oxidación y reducción a cualquier temperatura. Sin embargo, los matices que puede producir son opacos, y poco interesantes. En presencia de CaO, el color puede pasar a un verde grama.

- ***Color del vidriado - Acua***

Los verdes monótonos pueden ser llevados a colores acua agregando óxido de cobalto (1% de cada uno da un color brillante, es necesario agregar además un poco de MgO) Esto funciona mejor en vidriados libres de boro y soda que contengan zinc.

- **Color del vidriado - Café**

El cromo en vidriados de zinc, tiende a formar cromato de zinc café.

- **Modificador de superficie – Amarillo/Naranja**

El óxido de cromo en vidriados que contienen mucho plomo puede formar cromato de plomo amarillo. El zinc y el cromo tienden a producir naranjas.

- **Modificador de superficie-Negro.**

El cromo es uno de los participantes en varios colores negros para quema oxidante. Es utilizado hasta un 40% en negros formulados con Cr-Co-Fe y en porcentajes tan altos como el 65% en negros formulados con Cu-Cr.

- **Modificador de superficie-Rosado/Marrón**

El cromo y el estaño son utilizados en combinación con mucha frecuencia para producir rosados, en vidriados que no contienen zinc con un porcentaje por lo menos de 10% de CaO y baja presencia de MgO (los vidriados alcalinos funcionan bien para estos fines), tendiendo al menos el 4 o 5% de cada oxido.

- **Modificador de superficie –Rojo chino.**

Debajo de los 950°C en vidriados altos en plomo y bajos en alumina, el cromo puede producir rojos en amplio rango, frecuentemente con superficies cristalinas. La adición de soda, llevará el color a Amarillo.

- **Modificador de superficie - Amarillo**

Vidriados altos en plomo pueden formar cromato de plomo Amarillo en presencia del cromo en su formulación, los vidriados alcalinos son recomendados como base, y la añadidura de zinc a estos puede extender el rango a anaranjado. En otros tipos de vidriado, menos del 0.5% de oxido de cromo, puede producir tintes amarillo o amarillo-verde.

## **Oxido gris de cobalto<sup>19</sup>**

**Familia:** Colorante

**Peso:** 74.920

**Expansión:** 0.000

**Fusión:** 1810°C

(El cobalto es un colorante bastante fuerte y estable utilizado en vidrio, vidriados, esmaltes e incluso pinturas. No es volátil hasta los 1400°C .

Existen muchas presentaciones para el oxido de cobalto, aunque todas producen el color azul típico del cobalto. Entre estas presentaciones se encuentran el cobalto-cobaltico negro  $\text{Co}_3\text{O}_4$ , que contiene un 93% en proporción de conversión a (CoO), descomponiéndose para liberar oxígeno a 800°C. El oxido de cobalto gris ( $\text{Co}_2\text{O}_3$ ) que es un 90% CoO y el carbonato de cobalto ( $\text{CoCO}_3$ ) tiene un 63% efectivo para la elaboración de jugos de óxido. Debido a que el cobalto es bastante soluble durante el derretimiento del vidriado, tiene poco o ningún efecto opacificador.

Aunque el cobalto tiene un alto punto de fusión por si solo, es un fundente poderoso, disolviéndose fácilmente en la mayoría de vidriados, especialmente los alcalinos y los que contienen boro. Esta naturaleza activa causa que sea difuso, difícil de mantener un borde limpio si se utiliza como decoración pintada, sobre todo en sobre cubierta.

Es bastante confiable en la producción de color, tanto en quemas oxidantes, como reductoras, rápidas o lentas. Es utilizado en una gran cantidad de tintes, como bajo cubiertas, jugos de oxido y vidriados coloreados.

---

<sup>19</sup> Fuente digital: <http://ceramic-materials.com/ceramat/oxide/coo.html>

Propiedades.-

- **Color del vidriado- Violeta, Lila**

En vidriados que contienen magnesio, el color puede variar entre violeta y lila.

- **Color del vidriado - Azul**

El cobalto es un colorante confiable a todas temperaturas y funciona en la mayoría de vidriados. Los tonos de azul pueden ser afectados de muchas maneras, de acuerdo a la presencia de diferentes óxidos. El cobalto es un colorante muy poderoso , por lo general, menos del 1% será suficiente para generar un color azul fuerte.

- **Color del vidriado – Azul suave**

El cobalto es frecuentemente calcinado con alumina y cal para la fabricación de bajo cubiertas más suaves. Los jugos de oxido emplean por lo general mezclas de alumina, cobalto y zinc para obtener azules más suaves.

- ***Color del vidriado - Amarillo***

El cobalto es utilizado en combinación con el manganeso y el selenio para producir amarillos o amarillos verdes de acuerdo a la proporción de cada oxido.

- **Color del vidriado – azul-negro**

Utilizando la combinación de cromo y manganeso junto al cobalto es común producir azul negro.

- **Color del vidriado – Azul verde**

Utilizando una combinación de cromo y cobre, el cobalto puede producir tintes azul-verde. Estos efectos funcionan mejor cuando la silica no es muy alta y existe una cantidad adecuada de alumina.

- **Color del vidriado - Morado**

Cuando el cobalto se combina con el manganeso (1-3% carb. de cobalto, 3-5% carb. Manganeso) pueden producirse violetas y púrpuras. Menos cobalto implicara un color más suave. Estos efectos se producen en presencia de magnesio, si este se encuentra entre el 1-2% solo la añadidura de cobalto producirá un color púrpura, al añadir estaño el color pasará a lavanda.

## **Oxido negro de cobre<sup>20</sup>**

**Familia:** Colorante

**Peso:** 79.540

**Expansión:** 0.000

**Fusión:** 1336°C

El cobre se descompone a 1026°C y puede producirse de diferentes materiales en bruto, siendo el principal la tenorita negra (CuO) o la cuprita roja (Cu<sub>2</sub>O), la malaquita verde (CuCO<sub>3</sub>·Cu(OH)<sub>2</sub>) o la azurita azul 2CuCO<sub>3</sub>·Cu(OH)<sub>2</sub>. Bajo condiciones normales de oxidación, la molécula del cobre CuO, permanece sin cambios y produce colores verdes translucidos.

El cobre es bien conocido por su habilidad para producir colores rojo sangre y rojo fuego en atmósferas reductoras, cuando es alterado a Cu<sub>2</sub>O.

Los vidriados morados de cobre en reducción son el resultado de la mezcla del cobre en su forma verde oxidante y roja reductora. Este efecto aparece más frecuentemente en vidriados altos en calcio. Los tonos de verde cobre pueden variar con los tiempos de horneado, los mejores colores se obtienen generalmente con quemadas rápidas.

El cobre es un fundente activo y puede incrementar la fluidez de un vidriado además de reducir el riesgo de craqueladura debido a su alta expansión térmica.

---

<sup>20</sup> Fuente digital: <http://ceramic-materials.com/ceramat/oxide/cuo.html>

Propiedades.-

- **Color del vidriado – Verde metálico**

7% de cobre en vidriados brillantes en atmósfera oxidante, pueden producir verdes metálicos.

- **Color del vidriado - Verde**

Bajo condiciones normales oxidantes el cobre produce verdes traslucidos en la mayoría de vidriados. Los tonos de verde dependen no solo de la cantidad sino también de otros óxidos presentes (el plomo en grandes cantidades oscurecerá el verde, la presencia de alcalinos o alto boro lo acercará al azul. El cobre en vidriados que contienen calcio y magnesio produce un color verde muy diferente al obtenido en los formulados con plomo.

- **Color del vidriado - Turquesa, Azul-verde**

Combinaciones de CuO con estaño o zirconio producirán colores turquesa o azul verde si el vidriado es alcalino y bajo en alumina. Busque una frita con estas propiedades para mejores resultados, los vidriados de este tipo suelen craquelarse.

- **Color del vidriado - Azul**

El cobre en vidriados que contienen bario, zinc y sodio produce azul. El color puede ser maximizado con el uso de litio

## **Corboximetilcelulosa (CMC)<sup>21</sup>**

El término CMC es genérico y se refiere a la Carbocimetilcelulosa orgánica de sodio. Las gomas son utilizadas en cerámica para endurecer los vidriados crudos (adherir las partículas entre ellas) para tener un manejo más seguro de las piezas. Los vidriados altos en fritada y pobres en plasticidad, se benefician con la adición de algún tipo de goma. La adición de este tipo de gomas es por lo general innecesaria, si el vidriado tiene propiedades naturales de adhesión. Además la goma es un material importante en las mezclas que se utilizan sobre cubierta ya sea para pintar o estampar. La goma puede actuar como un agente suspensor, ya que espesa las mezclas.

Un importante efecto secundario de utilizar gomas en la formulación de vidriados, es que retarda el proceso de secado. Mientras que esto es una ventaja para los vidriados que se aplican con pincel, puede hacer muy difícil la obtención de una capa uniforme, así como permite que existan marcas de gotas. Los vidriados formulados para inmersión funcionan mucho mayor si son espesados con bentonita u otra arcilla, permitiendo un secado rápido.

Muchas personas hacen un gel de CMC agregando de 30 a 40 grs. de polvo por litro de agua. Este gel puede ser utilizado como parte del agua que se incorpora al mezclar los vidriados. La incorporación de glicerina también permite que las mezclas sean aplicables con pincel.

### **Propiedades.**

- **Suspensor de vidriado**

La goma puede actuar como un agente suspensor, pues espesa las mezclas y provee una mejor adherencia.

---

<sup>21</sup> Fuente digital: <http://ceramic-materials.com/ceramat/material/228.html>