



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

DISEÑO DE UN PLATO PLAYO DE CERÁMICA ANTIBACTERIAL

**Tesis Profesional para la obtención del Título de
Ingeniero en Diseño**

**Presenta:
IRAÍS TÉLLEZ MONTALVO**

**Con la asesoría de:
Dra. Laura Patricia Rivas Vázquez**

LOMA BONITA, OAXACA, MAYO 2015



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN INGENIERÍA EN DISEÑO

LA PRESENTE TESIS TITULADA "**DISEÑO DE UN PLATO PLAYO DE CERAMICA ANTIBACTERIAL**", PRESENTADA POR LA PASANTE IRAÍS TÉLLEZ MONTALVO, BAJO LA ASESORÍA DE LA DRA. LAURA PATRICIA RIVAS VÁZQUEZ, HA SIDO REVISADA Y ACEPTADA POR EL JURADO EXAMINADOR PARA SER DEFENDIDA EN EL EXAMEN PROFESIONAL Y OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA EN INGENIERÍA EN DISEÑO.

JURADO EXAMINADOR

DRA. LAURA PATRICIA RIVAS VÁZQUEZ
ASESOR (A)

DR. ROBERTO SUÁREZ ORDUÑA
REVISOR

DR. AXEL VILLAVICENCIO TORRES
REVISOR

M.B.A ENRIQUE VALDÉS PLIEGO
REVISOR

M.C. RICARDO ACEVEDO GÓMEZ
REVISOR

LOMA BONITA, OAXACA, MAYO 2015.

El sacrificio de ayer es mi éxito hoy.

YO SOY, YO PUEDO.

DEDICATORIA

“Cuando no tenga donde acudir, sé que los brazos de mi madre estarán siempre abiertos para recibirme”. Guillermo Muñoz

Ésta tesis se la dedico primeramente **a mi Madre Flor Deli Montalvo Cosme**, por su esfuerzo, dedicación, constancia, apoyo y amor. Gracias por cada día que me alentaste para seguir, gracias por cada uno de tus consejos. Hoy te dedico principalmente a ti ésta tesis, éste, es un logro de ambas.

*"Aunque estés lejos de mí, siempre estarás en mi mente. Nunca serás mi pasado y siempre serás mi presente. Gracias por ser mi pedacito de cielo".
Anónimo*

A mi Padre Aarón Téllez Romano, que a pesar de que partiste antes de poder verme iniciar esta importante etapa de mi vida siempre te sentí cerca, hoy te dedico esta tesis, y espero que en donde te encuentres te sientas orgulloso de mi.

“Sé que sigues y guías mis pasos desde arriba. La huella que has dejado en mí y de la que tan orgullosa me siento, hace que siempre te note muy cerca, como una parte más de mi ser”. Anónimo

A mis abuelos paternos, Gloria Romano Virruete, iniciamos juntas este camino, desafortunadamente te perdí en el transcurso, gracias por tu entusiasmo y tu alegría que me hicieron llegar hasta donde me encuentro ahora. Y **Felipe Téllez Santana**, tu partida fue muy dolorosa, te fuiste cuando apenas era una niña, ahora siendo una persona adulta quiero agradecerte por inculcar en mi desde pequeña los deseos por superarme.

"Busqué a mi alma pero no pude percibirla. Busqué a mi Dios pero mi Dios me eludió. Busque a mi hermana y encontré a la tres". Anónimo

A mis hermanas Cecilia, Alejandra y Elizabeth, por cada palabra, abrazo, sonrisa y apoyo dado, por ser mis niñas queridas y mi motivo para salir adelante.

Porque eres mi consuelo cuando me siento sola es que te has convertido en una persona muy especial para mí. Anónimo

A mi tía, María Eugenia Montalvo Cosme "Lulú" y a mi abuelita Reina Cosme Sánchez; mi "Ma Nena", gracias por estar siempre conmigo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Papaloapan, por haberme formado académicamente y otorgarme los conocimientos necesarios para ser un profesionalista.

A mi asesora de tesis y jefa de carrera la Dra. Laura Patricia Rivas Vázquez por su apoyo, consejos, y enseñarme la constancia y dedicación para un proyecto tan importante como este.

A mis revisores el Dr. Roberto Suárez Orduña, el Dr. Axel Villavicencio Torres, el M.B.A Enrique Valdés Pliego y al M.C. Ricardo Acevedo Gómez por el apoyo, experiencia y consejos que me sirvieron de gran ayuda para finalizar este proyecto.

Al Instituto de Micro y Nanotecnología de la Universidad Veracruzana, por permitirme realizar las pruebas de microdureza necesarias para mi proyecto.

Al LMID3d UNPA (Laboratorio Morfogénesis e Ingeniería en Diseño Tridimensional), por producir el prototipo a escala del diseño del plato playo.

A todos y cada uno de mis Profesores, que durante los cinco años de formación académica inculcaron en mi conocimientos y hábitos para formarme como profesionalista, por su apoyo y dedicación, gracias.

Al técnico del taller de maderas de la UNPA **Roberto Castañeda Ramos**, **a los alumnos, Héctor Alonso Ramón Ramón** de la carrera de Ingeniería en diseño quien es parte del LMID3d UNPA y **José Alberto Cobos Vázquez** de la carrera de Licenciatura en zootecnia. A mi amigo y compañero **Aldo G. Bustamante Ortiz** egresado de la carrera de Ingeniería agrícola tropical y finalmente, a mi compañero de carrera y amigo **Bernardo Lechuga Estrada**, a todos ellos, gracias por haberme apoyado en procesos fundamentales de mi tesis.

A la Sra. Nemecia Castro Pestaña y su familia, por creer en mí, apoyarme, alentarme y enseñarme a levantarme en cada caída.

A mis amigos Luis Alberto, Aldo y Migue por muchos momentos que pasamos juntos a **Marcelino, Iris, Beatriz y Arturo**, por entender que a veces no podía verlos por no estar cerca.

A mis compañeros y amigos de carrera Bernardo y Polo, porque entre ustedes encontré algunos amigos, que jamás imaginé encontrar, alguna vez uno de ustedes me dijo que los amigos nunca sobran. A mis demás compañeros **Emmanuel, Manuel, Nohemí, Francisco, Pedro y Ana** por muchas experiencias juntos. Por los buenos y también los malos momentos, gracias.

RESUMEN

En esta tesis se explican los procesos que se llevaron a cabo para la elaboración de un plato playo elaborado a base de arcilla con un recubrimiento de esmalte con adición de óxido de titanio (TiO_2), también se explica la experimentación realizada a las muestras de prueba previas a la elaboración del plato.

Algunas investigaciones han demostrado que el TiO_2 tiene características antibacteriales. Éste, ayuda en el proceso de fotocatalisis, el TiO_2 accionado por la humedad y la luz natural o artificial, activa un fuerte proceso de oxidación que descompone bacterias y contaminantes que entran en contacto con la superficie de la cerámica, transformándolos en compuestos inocuos.

El objetivo general planteado fue adicionar TiO_2 en el esmalte de un plato para concluir o disminuir los problemas de desarrollo de microorganismos y mantenimiento higiénico en dichos productos.

El estudio del material se llevó a cabo a diferentes temperaturas para determinar las condiciones de cocción óptimas para la arcilla. Los resultados de las pruebas de tratamiento térmico, deformación, contracción y humedad demostraron que la temperatura ideal fue de 1000 °C. Posteriormente se hicieron muestras de esmalte adicionándole diversas proporciones de TiO_2 (0% al 8%), observándose el cambio en el color, así, se encontraron la proporción y temperatura correctas que se necesitaban para retardar el desarrollo de bacterias y para la adherencia del esmalte, son 2% de TiO_2 a 1000 °C. A estas se le realizaron las pruebas de microdureza *Vickers* la cual dio como resultado 560.4Kp/mm² y las pruebas bacterianas mostraron que al agregarse más porcentaje de óxido de titanio menor era el desarrollo de microorganismos.

A partir de propuestas de diseño que se originaron, se fabricó un plato playo con una forma particular, abstraída de una planta *Suculenta* de la familia de *Xanthorrhoeaceae* llamada *Aloe Polyphylla*. La forma del plato es semejante a uno de los pétalos de dicha

planta, el cual endosa correctamente además al colocarse unos tras otro de forma lineal se ajusta completamente.

Finalmente cabe mencionar que el plato playo de cerámica avanzada que se describe en esta tesis, tiene características destacadas a las de los platos actuales, ya que además de que permite la degradación de microorganismos, su forma es de vanguardia.

ABSTRACT

This study explains the processes carried out for producing a ceramic dinner plate coated with a titanium oxide (TiO_2) -enriched enamel. Also described is the experimentation conducted on sample tests prior to the preparation of the plate.

Research has shown that TiO_2 has antibacterial properties by means of its role in the process of photocatalysis whereby TiO_2 , activated by moisture and natural or artificial light, triggers a strong oxidation process that decomposes bacteria and contaminants that come into contact with the surface of ceramics, transforming them into harmless compounds.

The overall proposed objective was to add TiO_2 to the enamel of a plate in order to end or reduce the problems of microorganism development and hygiene maintenance in such products.

The study of the ceramic clay was conducted at different temperatures to determine optimal baking conditions for the clay. The test results for heat treatment, deformation, shrinkage and moisture showed that the ideal temperature was 1000°C . Then, samples on enamel were performed by adding different proportions of TiO_2 (0% to 8%) and observing change in color. 2% TiO_2 was found to be the ideal proportion. Therefore the ideal baking temperature and proportion of TiO_2 added to the enamel were 1000°C and 2% TiO_2 , respectively, in order to ensure adherence of the enamel and slow the development of bacteria. *Vickers* microhardness tests were performed on these samples giving results of 560.4Kp/mm^2 , and bacterial tests showed that adding more titanium oxide reduced the development of microorganisms.

After considering all of the original design proposals, a unique form was chosen for the plate originating from *Aloe Polyphylla*, a plant *Succulent* of the *Xanthorrhoeaceae* family. The shape of the plate is similar to one of the petals of the plant and allows for vertical

or horizontal stacking with the bottom/back of one plate correctly contouring with the front/top of another for a perfect fit.

Finally, it is worth noting that the advanced ceramic dinner plate described in this work has outstanding features over modern-day plates since, as well as allowing for the degradation of microorganisms, its shape is cutting edge.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	IX
-------------------	----

PARTE I. ANTECEDENTES

CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1	Antecedentes.....	2
1.1.1	Concepto de los materiales cerámicos.....	2
1.1.2	Arcilla.....	3
1.1.3	Características de la arcilla.....	3
1.1.4	Tipos de arcilla.....	4
1.1.5	Clasificación de las arcillas.....	5
1.1.6	Método de procesamiento cerámico.....	7
1.1.7	Productos de arcilla.....	9
1.1.8	Esmaltes.....	10
1.1.9	Óxidos.....	12
1.1.10	Clasificación de los óxidos.....	12
1.1.11	Origen del TiO_2	14
1.1.12	Propiedades del TiO_2	15
1.1.13	Fotocatálisis.....	15
1.1.14	Efectos sobre la salud.....	17
1.1.15	Plato playo.....	17
1.2	Forma y función.....	19
1.3	La apariencia y sentido del tacto.....	22
1.3.1	Jerarquía de las necesidades.....	22
1.3.2	La navaja de Ockham.....	23
1.3.3	El color.....	24

PARTE 2. TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CAPITULO 2. METODOLOGÍA

2.1	Componentes.....	27
2.2	Procedimiento para elaboración de muestras de prueba.....	30
2.2.1	Etapa 1: Elaboración de placa de yeso.....	30
2.2.2	Etapa 2: Elaboración de muestra (losetas).....	31
2.2.3	Etapa 3: Propuestas de diseño.....	33

CAPITULO 3. RESULTADOS

3.1	Pruebas de laboratorio.....	35
3.1.1	Tratamiento térmico, deformación, contracción y humedad.....	35
3.1.2	Proporciones de esmalte.....	36
3.1.3	Microdureza Vickers.....	37
3.1.4	Pruebas bacterianas.....	38

PARTE 3. PROCESO DE MORFOLOGÍA

CAPITULO 4. TÉCNICAS DE DISEÑO

4.1	Bocetos.....	46
4.2	Diseño por computadora.....	53
4.3	Prototipos.....	53
4.4	Trabajo con moldes.....	56
4.4.1	Preparación del modelo para molde.....	56
4.4.2	Preparación del yeso cerámico.....	57
4.4.3	Vaciado de yeso y desmolde de pieza.....	57
4.5	Proceso de elaboración del plato.....	58
4.5.1	Preparación de barbotina.....	58
4.5.2	Vaciado y desmolde.....	59

4.5.3	Secado.....	60
4.5.4	Cocción antes de esmaltado.....	60
4.5.5	Aplicación de esmalte.....	61
4.5.6	Cocción después de esmaltado.....	61

PARTE 4. CONCLUSIONES

CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y SOLUCIÓN

5.1	Conclusiones.....	63
5.2	Solución.....	64
	REFERENCIAS.....	65
	ANEXO.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Plato playo de cerámica común.....	IX
Figura 2	Juego de platos de madera.....	IX
Figura 3	Plato playo de cartón.....	IX
Figura 4	Aplicaciones de cerámica en la cocina.....	X
Figura 5	Aplicaciones de cerámica en la cocina en cuartos de baño.....	X
Figura 6	Diferentes microorganismos.....	X
Figura 7	Ladrillo de cerámica refractaria.....	2
Figura 8	Condensadores de porcelana buje aislante.....	2
Figura 9	Capacitores de cerámica.....	2
Figura 10	Arcillas.....	3
Figura 11	Pastas cerámicas primarias.....	4
Figura 12	Vaciado de barbotina.....	8
Figura 13	Modelado inicial de una figura.....	9
Figura 14	Objetos de porcelana para mesa con diseño orgánico.....	9
Figura 15	Ladrillo para construcción de muros.....	9
Figura 16	Esmaltado por inmersión.....	12
Figura 17	Oxido de titanio (TiO_2).....	13
Figura 18	1) Rutilo. El cristal central es cuarzo: el rutilo es el “haz de paja” que sale de él. 2) Anatasa. 3) Brookita.....	14
Figura 19	Ilustración que muestra el proceso de fotocatalisis.....	16
Figura 20	1) Forma de poner una mesa de manera informal. 2) Forma formal de poner una mesa.....	18
Figura 21	Diferentes tipos de distancias.....	20
Figura 22	<i>Aloe Polyphylla</i>	21
Figura 23	Pirámide de necesidades del cliente.....	22
Figura 24	La navaja de Ockham.....	23
Figura 25	Diferentes patillos del restaurante BIKO.....	24

Figura 26	Procedimiento de elaboración de la placa de yeso. 1) y 2) Material pesado. 3) Mezcla de los materiales. 4) Mezcla homogénea. 5) Vaciado de yeso. 6) Yeso fraguado.....	29
Figura 27	Elaboración de barbotina.....	30
Figura 28	Moldes para muestras.....	30
Figura 29	Proporciones de esmalte.....	32
Figura 30	Cocción después del esmaltado.....	32
Figura 31	Propuestas de diseño. De arriba abajo, de izquierda a derecha: 0) <i>Aloe Polyphylla</i> . 0A) Geometrización inicial para la abstracción de la forma del plato. 0AA) Segunda Geometrización, en este caso corresponde a la de la propuesta B. 1) Propuesta A. 1A) Ejemplo de acomodo de la Propuesta A. 1AA) Ejemplo de acomodo de la Propuesta A. 2) Propuesta B. 2B) Ejemplo de acomodo de la Propuesta B. 2BB) Ejemplo de acomodo de la Propuesta B. 3) Propuesta C. 3C) Ejemplo de acomodo de la Propuesta C. 3CC) Ejemplo de acomodo de la Propuesta C. 4) Propuesta D. 4D) Ejemplo de acomodo de la Propuesta D. 4DD) Ejemplo de acomodo de propuesta D.....	34
Figura 32	Microdurómetro.....	37
Figura 33	Huella de indentación.....	37
Figura 34	Esterilización. 1) Autoclave. 2) Envoltura de material. 3) Temperatura de 90 °C. 4) Temperatura y presión constante. 5) Apertura de válvula. 6) Apertura de autoclave. 7) Extracción de material. 8) Material esterilizado.....	39
Figura 35	Vista microscópica. 1) Muestra 0% TiO ₂ . 2) Muestra 2% TiO ₂ . 3) Muestra 4% TiO ₂ . 4) Muestra 6% TiO ₂ . 5) Muestra 8% TiO ₂	40
Figura 36	Cultivo de bacterias. 1) Componentes para agar. 2) Mezcla de agar. 3) Colocación de muestras en caja petri. 4) Extensión de comida sobre muestra. 5) Cajas petri con muestras y agar dentro. 6) Muestras dentro de incubadora.....	41

Figura 37	Desarrollo de bacterias. 1) Muestra 0% TiO ₂ . 2) Muestra 2% TiO ₂ . 3) Muestra 4% TiO ₂ . 4) Muestra 6% TiO ₂ . 5) Muestra 8% TiO ₂	42
Figura 38	Exposición a luz. 1) Lavado de placas 2) Exposición a luz solar.....	43
Figura 39	Resultados. 1) Muestra 0% TiO ₂ . 2) Muestra 2% TiO ₂ . 3) Muestra 4% TiO ₂ . 4) Muestra 6% TiO ₂ . 5) Muestra 8% TiO ₂	44
Figura 40	Bocetos previos a geometrización.....	46
Figura 41	Propuesta A. 1) Geometrización. 2) Identificación de grupo de módulos. 3) Abstracción de grupo de módulos. 4) Módulo. 5) Formas de acomodar el modulo.....	47
Figura 42	Propuesta B. 1) Geometrización. 2) Identificación de grupo de módulos. 3) Abstracción de grupo de módulos. 4) Módulo. 5) Formas de acomodar el modulo.....	48
Figura 43	Propuesta C. 1) Geometrización. 2) Identificación de grupo de módulos. 3) Abstracción de grupo de módulos. 4) Módulo. 5) Formas de acomodar el modulo.....	49
Figura 44	Propuesta D. 1) Geometrización. 2) Identificación de grupo de módulos. 3) Abstracción de grupo de módulos. 4) Módulo. 5) Formas de acomodar el modulo.....	50
Figura 45	Propuesta A1. . 1) Geometrización. 2) Identificación de grupo de módulos. 3) Abstracción de grupo de módulos. 4) Módulo. 5) Formas de acomodar el modulo.....	51
Figura 46	Diseño final.....	52
Figura 47	Ilustración diseño final.....	52
Figura 48	Prototipo de concepto.....	53
Figura 49	Impresión de prototipo de desechable.....	54
Figura 50	Prototipo desechable.....	54
Figura 51	Prototipo evolutivo.....	55
Figura 52	Preparación del modelo para molde.....	56
Figura 53	Vaciado de yeso.....	57
Figura 54	Preparación de barbotina. 1) Pesando pasta KTD-7. 2) Midiendo	

	H ₂ O. 3) Midiendo Silicato de sodio. 4) Sellando recipiente con mezcla.....	58
Figura 55	Vaciado y desmolde. 1) y 2) Vaciado de barbotina. 3) y 4) Absorción de humedad. 5) y 6) Desmolde.....	59
Figura 56	Secado.....	60
Figura 57	Cocción antes de esmaltado.....	60
Figura 58	Aplicación de esmalte.....	61
Figura 59	Cocción después de esmaltado.....	61
Figura 60	Diferentes vistas del producto final.....	63
Figura 61	Solución.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I	Tabla I. Composición química y propiedades del yeso cerámico ($(\text{CaSO}_4) \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$).....	26
Tabla II	Propiedades físicas de la arcilla KTD-7J1.....	27
Tabla III	Principales características del TiO_2	27
Tabla IV	Parámetros del esmalte transparente cristalino.....	28
Tabla V	Resultados de pruebas hechas a las muestras de cerámicas antes de ser esmaltadas.....	36
Tabla VI	Proporciones de TiO_2 en el esmalte.....	36
Tabla VII	Resultados de microdureza <i>Vickers</i>	38

INTRODUCCIÓN

Los platos son el último eslabón de la cadena alimentaria antes del consumo. Loza, porcelana, vidrio templado, cerámica, metales nobles e incluso madera, son algunos de los materiales que, a lo largo de la historia, se han utilizado para elaborar vajillas (Ver figura 1, figura 2 y figura 3). Sin embargo, no siempre han sido los más adecuados ya que suelen ser muy porosos y pocos resistentes y el material de la vajilla determina su calidad, resistencia y grado de riesgo alimentario.

La naturaleza de algunos materiales muy porosos, como la madera, facilita el desarrollo de microorganismos y dificulta un mantenimiento higiénico. Además, hay un posible riesgo químico por el uso de materiales como la melamina en la fabricación de platos donde la presencia de ciertas sustancias podrían contaminar el alimento. Por supuesto, nunca deben utilizarse los materiales potencialmente tóxicos o que modifiquen las propiedades de los alimentos (Maite Pelayo, 2011).

Con base en los problemas descritos anteriormente se llevaron a cabo el desarrollo y el diseño de una pieza de vajilla antibacterial.

Hasta el momento no hay indicios de que se haya implementado la cerámica antibacterial para la



Figura 1 Plato playo de cerámica común.

Fuente:

<http://www.productosmaio.com>



Figura 2 Juego de platos de madera.

Fuente: <http://es.aliexpress.com>



Figura 3 Plato playo de cartón.

Fuente:

<http://www.myhomestyle.es>

realización de objetos con contacto directo con los alimentos (ver figura 4 y figura 5), lo cual hace que ésta tesis adquiriera singularidad.

Se presenta el diseño de un plato playo elaborado con arcilla y con un recubrimiento vítreo con adición de óxido de titanio en el esmalte. Esto generó un plato de cerámica avanzada, el cual tiene características destacadas en comparación con los platos actuales, las cuales permiten la mineralización de microorganismos. Además de todo lo anterior, su forma es de vanguardia.

El área en el que el proyecto se desarrolló fue en Diseño Industrial, pues se diseñó su forma, de igual manera se trabajó en el área de Ingeniería de Materiales, pues se desarrolló una cerámica antibacterial. En éste caso, cerámica avanzada, cerámica antibacterial con Arcilla y recubrimiento con esmalte transparente con adición de Óxido de Titanio. Se trabajó en dicho proyecto debido a que se observa que los problemas a los que están sujetos los distintos materiales con los que se han venido fabricando los diferentes objetos que tienen contacto directo con los alimentos no han tenido solución alguna.

Como objetivo general se buscó comprobar si el óxido de titanio al adicionarse al esmalte haría a éste antibacterial y posteriormente se diseñaría un plato playo para reducir los problemas de desarrollo de microorganismos (Ver figura 3) en dichos productos.



Figura 4 Aplicaciones de la cerámica antibacterial en cocina.
Fuente:
<http://www.sanlorenzo.com>



Figura 5 Aplicaciones de la cerámica antibacterial en cuartos de baño.
Fuente:
<http://images.clasiperu.com/>



Figura 6 Diferentes microorganismos
Fuente:
www.medciencia.com

Como objetivos particulares se presentaron los siguientes:

- Reconocer y trabajar con herramientas prácticas de investigación que permitan la aplicación del producto.
- Establecer los parámetros sobre el mejoramiento del material que se empleará.
- Hallar los parámetros de poblaciones de microorganismos en el producto.
- Constatar que no existe un posible riesgo químico por el uso del óxido de titanio.
- Comprobar que el material no modifica las propiedades de los alimentos.
- Comprobar la resistencia, durabilidad y manejabilidad del plato.

En el Capítulo 1, “Marco Teórico”, se menciona acerca de los antecedentes de los materiales que se utilizaron así como también de una breve reseña acerca del plato playo. Se mencionan los precedentes de los materiales cerámicos y definición y clasificación de los óxidos, así como también el efecto de la adición de óxido de titanio en esmalte transparente, se explica cómo dicho componente realiza la función principal para la descomposición de bacterias y contaminantes, y los efectos que tiene para la salud.

En el Capítulo 2, “Metodología”, se describe la metodología paso a paso para la composición del material, así como también se muestran los resultados obtenidos.

En el Capítulo 3, “Resultados”, se especifican los datos obtenidos de las diferentes pruebas llevadas a cabo a las muestras de prueba.

En el Capítulo 4, “Proceso de morfología”, se detalla la metodología llevada a cabo para la materialización del plato playo y se representa por medio de diferentes técnicas de diseño.

En el Capítulo 5, "Conclusiones y solución" se especifica el porqué de cada una de las decisiones que se tomaron en el proyecto, y la elección de la solución al problema que se planteó al inicio de este.

Al final de la tesis podemos observar las referencias de las cuales se extrajo información para la investigación y posteriormente se presenta un anexo en donde se encuentran los planos del diseño del plato playo.

PARTE I

ANTECEDENTES

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES.

1.1.1 Concepto de los materiales cerámicos

Los materiales cerámicos son compuestos que tienen elementos metálicos y no metálicos. Los más utilizados son los de las categorías de refractarios (Ver figura 7), abrasivos, aislantes (Ver figura 8), piezoeléctricos (Ver figura 9), y cerámicos estructurales, (Van Vlack Lawrence H., 1984).

Las materias primas cerámicas no sólo involucran arcillas, sino también óxidos y otros compuestos (Van Vlack Lawrence H., 1984).

Existen dos tipos de cerámicos, los tradicionales y los de ingeniería o avanzados: los cerámicos tradicionales están constituidos de tres componentes básicos: arcilla, sílice (sílex), y feldespato. Las arcillas en las cerámicas tradicionales se pueden trabajar antes de que el material se endurezca por el fuego y constituyen el cuerpo principal del material (Smith William F., 1996); los cerámicos avanzados están constituidos por el uso de óxidos, carburos y nitruros (Ver figura 10 (Smith William F., 1996).



Figura 7 Ladrillo de cerámica refractaria.

Fuente:
<https://materialesdepaloma.wordpress.com>



Figura 8 Condensadores de porcelana buje aislante.

Fuente:
<http://spanish.alibaba.com>



Figura 9 Capacitores de cerámica.

Fuente:
<http://sztrx.win.mofcom>

1.1.2 Arcilla

Arcilla es un silicato de alúmina hidratado). Es material terroso de grano fino capaz de convertirse en una masa plástica que al mezclarse con agua. Conserva la forma inicial después del secado y conforme ocurre este proceso va adquiriendo la suficiente dureza como para poder ser manejada además de igual forma adquiere gran dureza después de ser sometida a temperaturas superiores a 600 °C. Es suave al tacto, muy blanda y de color variable (gris, azul, amarillento, rojizo, blanco, por nombrar algunos.), formada por partículas finísimas (Ver figura 10) (Bruguera Jordi, 1989).



Figura 10 Arcillas.

Fuente:

<http://www.minerasabater.es>

1.1.3 Características de la arcilla.

Tienen la propiedad que se denomina hidroplasticidad, esta propiedad es muy importante para el formado. Tiene un espectro amplio de tratamiento térmico que va desde menos de 600°C hasta más de 1000°C. Este intervalo de temperaturas de fusión depende de la composición de la arcilla de la mezcla arcilla-agua (Bruguera Jordi, 1989).

Las arcillas son aluminosilicatos, formados por alúmina (Al_2O_3) y sílice (SiO_2), que contienen agua enlazada químicamente. Tienen una amplia gama de características físicas, composiciones químicas y estructuras basadas en el apilamiento de planos de iones oxígeno e hidroxilos; las impurezas comunes incluyen compuestos normalmente óxidos, de bario, calcio, sodio, potasio y hierro, y también algo de materia orgánica. Las estructuras cristalinas de los minerales de arcilla son relativamente complicadas; sin embargo, una característica común es una estructura en capas. Los minerales de arcilla que presentan mayor interés tienen la denominada estructura de la caolinita. Cuando se añade agua encaja

entre las capas y forman una película delgada alrededor de las partículas de arcilla. Las partículas son así libres de moverse unas respecto a otras, la cual explica la plasticidad resultante.

1.1.4 Tipos de arcillas.

Atendiendo a su formación existen dos tipos de arcilla: primarias y secundarias.

- Las arcillas primarias (Ver figura 11) las hallamos en los lugares en los que se encuentran las rocas de las que proceden. Siendo sus principales características ser de colores variados (tonalidades de gris hasta llegar al blanco), poco plásticas y muy puras por lo que no son muy útiles, en su estado primario, para el ceramista. Sus principales yacimientos europeos se encuentran en Cornwall en Inglaterra, Meissen en Alemania y Limoges en Francia y en EE. UU. Los de Georgia, Alabama y Carolina del Sur.
- Las arcillas secundarias son las que se han formado a lo largo de los años separándose de las rocas de origen y sedimentándose, en ocasiones a unas distancias considerables. Sus características principales son: tienen colores muy diversos, según su composición, desde el rojo al negro, pasando por el amarillo y el gris; en contra de las arcillas primarias, éstas, resultan muy plásticas por lo



Figura 11 Pastas cerámicas primarias.
Fuente:
<http://www.caolin.net>

que resultan fáciles de trabajar y es con la que la mayoría de los ceramistas están identificados y familiarizados.

1.1.5 Clasificación de las arcillas.

Cada una de las distintas propiedades de la arcilla puede dar lugar a una clasificación distinta. Así pues, pueden clasificarse según su color, su temperatura de cocción, sus propiedades plásticas, su porosidad después de la cocción, su composición química, entre otras características (Bruguera Jordi, 1989).

De ella solo se darán algunas:

- *Clasificación de las arcillas según su uso práctico.*
 - *Tierras arcillosas. Vitrifican a bajas temperaturas, incluso a 900 °C. contienen elevados porcentajes de partículas silíceas o calizas (Bruguera Jordi, 1989).*
 - *Arcillas comunes. Se funden y se usan a temperaturas comprendidas entre 900 y 1050 °C. Contienen grandes cantidades de carbonato cálcico y óxidos de hierro (Bruguera Jordi, 1989).*
 - *Arcillas para loza. Se usan hasta temperaturas de 1250 °C. Casi no contienen impurezas y contienen más del 25% de caolinita. Originan productos poco porosos (Bruguera Jordi, 1989).*
 - *Arcillas para gres. Funden a temperaturas elevadas pero se sintetizan y se compactan a temperaturas inferiores, originando productos de nula porosidad y vitrificados (Bruguera Jordi, 1989).*
 - *Arcillas para porcelana. Tienen un punto de vitrificación muy elevado, por lo que se les añade un elevado porcentaje de fundentes (Bruguera Jordi, 1989).*

- *Otra clasificación muy usada y que tiene en cuenta las condiciones de fusión y el color de las arcillas es:*

- *Caolines. Su componente principal es la caolinita. Pueden usarse a temperaturas superiores a 1300 °C (Bruguera Jordi, 1989).*
- *Arcillas refractarias. Son arcillas que pueden usarse hasta los 1500 °C. Su composición y color son variables, aunque el contenido en sílice libre es elevado (Bruguera Jordi, 1989).*
- *Arcillas gresificables. Son arcillas bastante refractarias. Pueden usarse a temperaturas elevadas. Son más plásticas que las refractarias. Dan lugar a productos con nula porosidad (Bruguera Jordi, 1989).*
- *Arcillas blandas grasas. Se usan a temperaturas inferiores a los 1250 °C. Poseen elevada plasticidad y gran encogido durante el secado. Toman color blanco o marfil después de la cocción (Bruguera Jordi, 1989).*
- *Arcillas rojas fusibles. Son arcillas de alta fusibilidad. Son plásticas. Su composición es muy variable, pero siempre con alto contenido de hierro (Bruguera Jordi, 1989).*

- *Según trabajabilidad se distingue entre arcillas magras (poca grasa).*
 - *Arcillas grasas. Son de tacto grasiento, se abrillantan cuando se talla su superficie con un cuerpo duro y liso y cuando se mezclan con agua originan una masa con gran plasticidad, pero que se pegan a los objetos que están en contacto con ellos (Bruguera Jordi, 1989).*
 - *Caolines. Son de color blanco, amarillento o ligeramente azulado. Después de la cocción tienen color blanco (Bruguera Jordi, 1989).*
 - *Arcillas eméticas. Son aquellas que se diferencian de los caolines en que con agua forman una masa no moldeable y absorben con gran avidez las grasas y aceites (Bruguera Jordi, 1989).*
 - *Arcillas plásticas. Son de color amarillento o pardo. Tienen tacto graso y se pulimentan con la uña. Con agua forman masas muy plásticas permitiendo, incluso, la formación de anillos a partir de pequeñas barras cilíndricas. En su composición puede haber algo de arena o mica e*

hidróxido férrico. Después de cocidas pueden aparecer coloreadas (Bruguera Jordi, 1989).

- *Arcillas limosas (légamo). Son de color amarillo o pardo. No tienen tacto graso, ni pueden pulimentarse ni son lo suficientemente plásticas como para poder formar anillos sin romperse. Tienen alto contenido de arena e hidróxido férrico de grano muy fino (Bruguera Jordi, 1989).*
- *Loess. Son de colores grises o amarillentos. No son muy trabajables. Tienen alto contenido en compuestos de hierro y algo de cal. Sus partículas son de grano muy fino. Después de cocidas a temperaturas moderadas son de color rojo (Bruguera Jordi, 1989).*
- *Arcillas figulinas. Actualmente se tiende a incluirlas con las arcilla plásticas, ya que su única diferencia es un mayor contenido de cal y hierro. Son menos plásticas que estas, más fusibles y dan lugar a masas cocidas más compactas (Bruguera Jordi, 1989).*
- *Margas. Son de color variable, gris verdoso, amarillento, etc. Se adhieren a la lengua y contiene gran cantidad de caliza. Las verdaderas margas no rayan el vidrio. Son fusibles y se reconocen por la efervescencia que se produce al agregarles algunas gotas de ácido (Bruguera Jordi, 1989).*
- *Gredas. Son de color variado, generalmente blanco. Son de grano bastante grueso y contienen un alto porcentaje de cuarzo (arena silícea), por tanto rayan el vidrio (Bruguera Jordi, 1989).*

1.1.6 Método de procesamiento cerámico

Un método utilizado para el desarrollo de objetos basados en arcilla es el moldeo o vaciado de barbotina. La barbotina es una suspensión de arcilla y otros materiales no plásticos en agua. Cuando se vierte en un molde poroso (normalmente hecho de yeso), el agua de la mezcla es absorbida por el molde,

dejando una capa sólida en las paredes del molde cuyo espesor depende del tiempo que se deje la barbotina dentro del molde (Ver figura 12).

Este proceso puede continuar hasta que la cavidad completa se hace sólida, o bien, el proceso puede ser terminado cuando la capa de las paredes alcanza el espesor deseado, invirtiendo el molde y vertiendo el exceso de suspensión; este proceso se denomina moldeo en barbotina (slip casting). A medida de que la pieza se seca, se contrae y se despegar de las paredes del molde; en este momento el molde puede ser desmontado y la pieza moldeada retirada.



Figura 12 Vaciado de barbotina.

Fuente:
<http://www.ceramicatrespiedras.com>

La naturaleza de la suspensión es extremadamente importante; debe tener un peso específico alto y al mismo tiempo debe ser muy fluida. Estas características dependen de la relación solido/agua y de otros agentes que son añadidos. Es necesario que la velocidad de moldeo sea alta. Además, la pieza moldeada debe estar libre de burbujas y debe presentar poca contracción durante el secado y también alta resistencia a la tracción (Callister Jr. William D., 2002).

Las propiedades del molde tienen una influencia sumamente importante en la calidad del producto final. Generalmente para la elaboración de los moldes se utiliza yeso, ya que es muy económico y de fácil manejo para la realización de moldes con formas complicadas. Existen piezas que requieren de varios moldes para su elaboración (Callister Jr. William D., 2002).

1.1.7 Productos de arcilla.

Uno de los materiales más ampliamente usados es la arcilla. Es un ingrediente económico que se encuentra de forma natural y en gran abundancia, a menudo se utiliza tal como es extraído de la mina. Otra razón de su popularidad es la facilidad con que los productos de la arcilla pueden conformarse; cuando el agua y la arcilla se mezclan en las proporciones adecuadas, se forma una masa plástica a la cual se le puede dar la forma deseada (Ver figura 13). La pieza formada es secada para eliminar el exceso de humedad. Después es cocida a temperaturas elevadas para aumentar su resistencia.

La mayoría de los productos basados en arcilla se pueden clasificar en dos grandes clases: los productos estructurales de arcilla y las porcelanas (Ver figura 14).

Los productos estructurales de la arcilla incluyen a los ladrillos de construcción, baldosas y tuberías de aguas residuales, aplicaciones en las cuales la integridad estructural es importante (Ver figura 15). Las porcelanas adquieren el color blanco después de la cocción a altas temperaturas. En este grupo se incluye la porcelana, productos de alfarería, vajillas, la porcelana fina, artículos sanitarios.

Además de la arcilla, muchos de estos productos también contienen ingredientes no plásticos, los



Figura 13 Modelado inicial de una figura.
Fuente:
<http://www.absolutelche.com>



Figura 14 Objetos de porcelana para la mesa con diseño orgánico.
Fuente:
<http://www.decototal.com>



Figura 15 Ladrillo para la construcción de muros
Fuente:
<http://www.arqhys.com>

cuales influyen en los cambios que tienen lugar durante los procesos de secado y de cocción.

1.1.8 Esmaltes

La capa de acabado, de la mayor parte de la cerámica industrial, se consigue por medio de la aplicación y posterior cocción de una composición cerámica más fusible que el soporte, que se denomina esmalte o vidriado.

Los esmaltes son finas capas vítreas (normalmente de 0.15 a 0.5 mm de espesor) formadas sobre el cuerpo cerámico, después que elaborar la suspensión de esmalte se aplica sobre la pieza y posteriormente se cocina a temperatura adecuada para que pueda fluir (Hevia Roberto, 2004).

Esmaltar cerámica consiste simplemente en añadir a la superficie de la pieza una capa de materiales crudos molidos y mezclados con agua. El esmalte, en general, se aplica tras el tratamiento térmico, pero también se puede aplicar al barro crudo. Al calentarse, el esmalte se funde y forma una superficie brillante que, generalmente, es impermeable al agua. El hecho de esmaltar la cerámica añade otra dimensión decorativa de color y textura (Van Vlack Lawrence H., 1984).

Los componentes de los esmaltes son económicos y el proceso de esmaltado es muy simple; además, los resultados son excelentes si se han hecho correctamente. Para muchos ceramistas, el esmaltado es un proceso muy desalentador y los resultados pueden ser muy decepcionantes, aunque con perseverancia se obtienen acabados muy satisfactorios. Los esmaltes cocidos consiguen el completo espectro de colores y texturas. Pueden ser transparentes, traslucidos u opacos, y también brillantes, semi-mates y mates. Los esmaltes tienden a escurrir más durante la cocción, mientras que los mates son, generalmente, más estables. De todas maneras, todos los esmaltes se escurren si se cuecen en exceso. El esmaltado incorpora durabilidad y factibilidad al trabajo, algo que resulta ideal para el uso doméstico, y hace que la superficie de las piezas

de cerámica sea impermeable al agua y facilita su limpieza (Van Vlack Lawrence H., 1984).

El esmalte que se utilizó para la realización de esta tesis fue un esmalte amorfo con zonas de cristalización. La textura (lisa) de este tipo de esmalte, se debe a la formación de cristales en el seno o en la superficie del esmalte, que suelen disponer en forma simétrica en una matriz vítrea, que puede tener un color diferente. Estos cristales grandes se obtienen cuando se enfría muy lentamente un cuerpo vítreo que esta sobresaturado con un compuesto que cristaliza fácilmente. La forma y el tamaño de los cristales formados, están influenciadas por:

- La composición del esmalte
- La temperatura máxima de cocción
- La velocidad de enfriamiento
- La atmosfera del horno

Los esmaltes cristalinos no son tan resistentes mecánicamente como los esmaltes vítreos homogéneos o los esmaltes mate. Esto se explica porque en los esmaltes cristalinos la superficie no es completamente lisa, y pueden existir microfisuras en los límites entre los cristales y la masa vítrea, que son el punto de partida de fisuras que se pueden propagar a lo largo del cuerpo, provocando ruptura (Hevia Roberto, 2004).

El esmalte se puede aplicar de cualquier manera. Sin embargo, todos los métodos dejarán algún rastro tras la cocción, se apreciarán los trazos de pinceles y el exceso de capas de esmalte adquirirá acabados diferentes. A una misma pieza se le puede aplicar múltiples esmaltes, aunque obtendrá un efecto sobrecargado al cocerlos al mismo tiempo; el esmalte puede reaccionar de una manera inesperada y añadir múltiples colores así como también texturas. Los acabados especiales, como el esmalte cristalino, requiere de mayor cuidado y experiencia, pero ofrecen satisfactorios resultados si se usan en pastas cerámicas suaves de cocción blanca, como porcelana (Van Vlack Lawrence H., 1984).

El proceso de esmaltado se puede realizar mediante la inmersión de la pieza (Ver figura 16). Este método de aplicación se puede realizar de manera manual o automáticamente. La inmersión manual se puede realizar para cualquier tipo de soporte cerámico, mientras que el proceso automático de inmersión se realiza solo para grandes producciones de platos y tazas (Hevia Roberto, 2004).

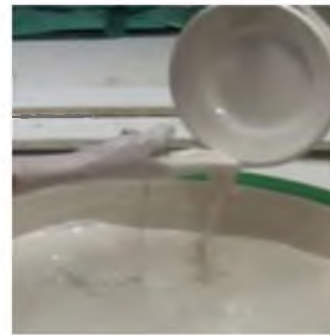


Figura 16 Esmaltado por inmersión.
Fuente:
<http://ceramicdictionary.com>

1.1.9 Óxidos.

Son aquellos compuestos formados por combinación binaria entre el oxígeno y otro elemento cualquiera de la tabla periódica.

1.1.10 Clasificación de los óxidos.

Una de las varias clasificaciones existentes es la que distingue entre óxidos y anhídridos.

- *Anhídridos*. Son las combinaciones binarias de oxígeno con un elemento no metálico.
- *Óxido*. Es una combinación binaria entre oxígeno y un elemento metálico. Esta clasificación está basada en el distinto comportamiento de unos u otros frente al agua. Los primeros reaccionan con aquella formando ácido mientras que los segundos, forman hidróxidos.

Otra clasificación relaciona los distintos óxidos con la facilidad de reacción con el agua y con el tipo de productos obtenidos.

- *Óxidos ácidos*. Estos son insolubles en agua y se disuelven en disoluciones alcalinas (básicas). Son compuestos con enlaces covalentes formados por la unión del oxígeno y un no metal o un metal de transición.
- *Óxidos básicos*. Estos se disuelven rápidamente en agua y originan disoluciones básicas. En algunos casos, aunque no se disuelvan en el agua, lo hacen en disoluciones diluidas de ácidos. Son óxidos con enlace iónico.
- *Óxidos anfóteros*. Son aquellos que reaccionan tanto con ácidos como bases. Son las combinaciones entre el oxígeno y elementos como el berilio, el titanio, wolframio, cinc y aluminio.
- *Óxidos neutros*. Aunque, generalmente, se engloban dentro del grupo de óxidos anfóteros, se distinguen de ellos por su baja reaccionabilidad, cerámicamente hablando los más conocidos son el monóxido de carbono, el dióxido de manganeso y el dióxido de plomo. Estos óxidos aunque sean poco reaccionables con ácidos o bases pueden reaccionar mediante oxidaciones o reducciones.
- *Óxidos no estequiométricos*. Son óxidos en los que el metal actúa con valencias distintas. Por ello la fórmula que se les asigna es solo aproximada.

El óxido de titanio (TiO_2) (Ver figura 17), este generalmente es usado como opacificante en esmaltes y vidrios, como componente en varios dieléctricos como constituyentes de revestimientos o cubiertas de varias soldaduras. La función que realiza el óxido de titanio es la fotocatalisis, que es un fenómeno natural, en el que el óxido de titanio accionado por la humedad y los rayos UV activa un fuerte proceso de oxidación que mineraliza bacterias contaminantes.



Figura 17 Óxido de titanio (TiO_2)

Fuente:
<http://quimicoglobal.mx>

1.1.11 Origen del TiO_2

El óxido de titanio se forma naturalmente, se obtiene directamente de minas o de arena. Generalmente, no es puro, por lo tanto se eliminan otros compuestos con los que está mezclado, pero es económico extraerlo. Y se presenta estructuralmente en la naturaleza como: Rutilo, Anatasa y Brookita (Ver figura 18). El mineral del que más habitualmente se extrae es del rutilo, que tiene una la forma de un “haz de paja”, una apariencia muy peculiar.

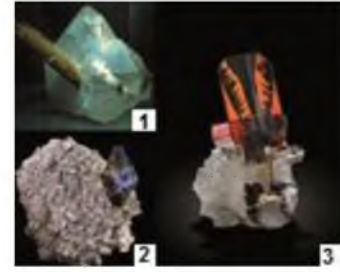


Figura. 18 1) Rutilo. El cristal central es cuarzo: el rutilo es el “haz de paja” que sale de él. 2) Anatasa. 3) Brookita.

Fuente:

<http://vivesana.blogspot.mx>

1.1.12 Propiedades del TiO_2

El óxido de titanio tiene tres propiedades fundamentales que lo hacen muy útil. Primeramente, el óxido de titanio es una de las sustancias químicas más blancas que existen: refleja prácticamente toda la radiación visible que le llega. Y mantiene este color pase lo que pase (otros compuestos se decoloran con la luz). Sus propiedades ópticas no terminan ahí: es una de las sustancias con un índice de refracción más alto (2.4, como el diamante), incluso pulverizado o mezclado con otras cosas. Y por esta razón, es muy opaco. Esto da pie para proteger cualquier cosa de la luz del Sol: el TiO_2 refleja prácticamente toda la luz, incluso ultravioleta, y la que no refleja la absorbe, no deja pasar nada. Además, este compuesto tiene otra propiedad que lo hace fundamental ya que es un fotocatalizador muy eficaz. Esto quiere decir que acelera mucho las reacciones químicas provocadas por la luz.

1.1.13 Fotocatálisis

La fotocatálisis ha sido muy estudiada en los últimos 25 años gracias a su versatilidad en la utilización como un proceso de degradación de contaminantes. El proceso de fotocatálisis se basa en la transferencia de carga a través de la interfaz entre el semiconductor y la solución acuosa contaminada (Jaramillo Páez César Augusto, 2006).

La fotocatálisis parte del principio natural de descontaminación de la propia naturaleza. Gracias a la luz solar, es capaz de mineralizar la materia hasta convertirla en CO_2 para generar materia orgánica, elimina otros contaminantes habituales en la atmósfera, mediante un proceso de oxidación activado por la luz ultravioleta.

El fotocatalizador más comúnmente utilizado es el óxido de titanio (TiO_2) y productos derivados de él. La fotocatálisis es un fenómeno natural en el que el óxido de titanio accionado por la humedad y la luz ultravioleta, activa un fuerte proceso de oxidación que descompone bacterias y contaminantes que entran en contacto con la superficie de la cerámica, transformándolos en compuestos inocuos (Ver figura 19).

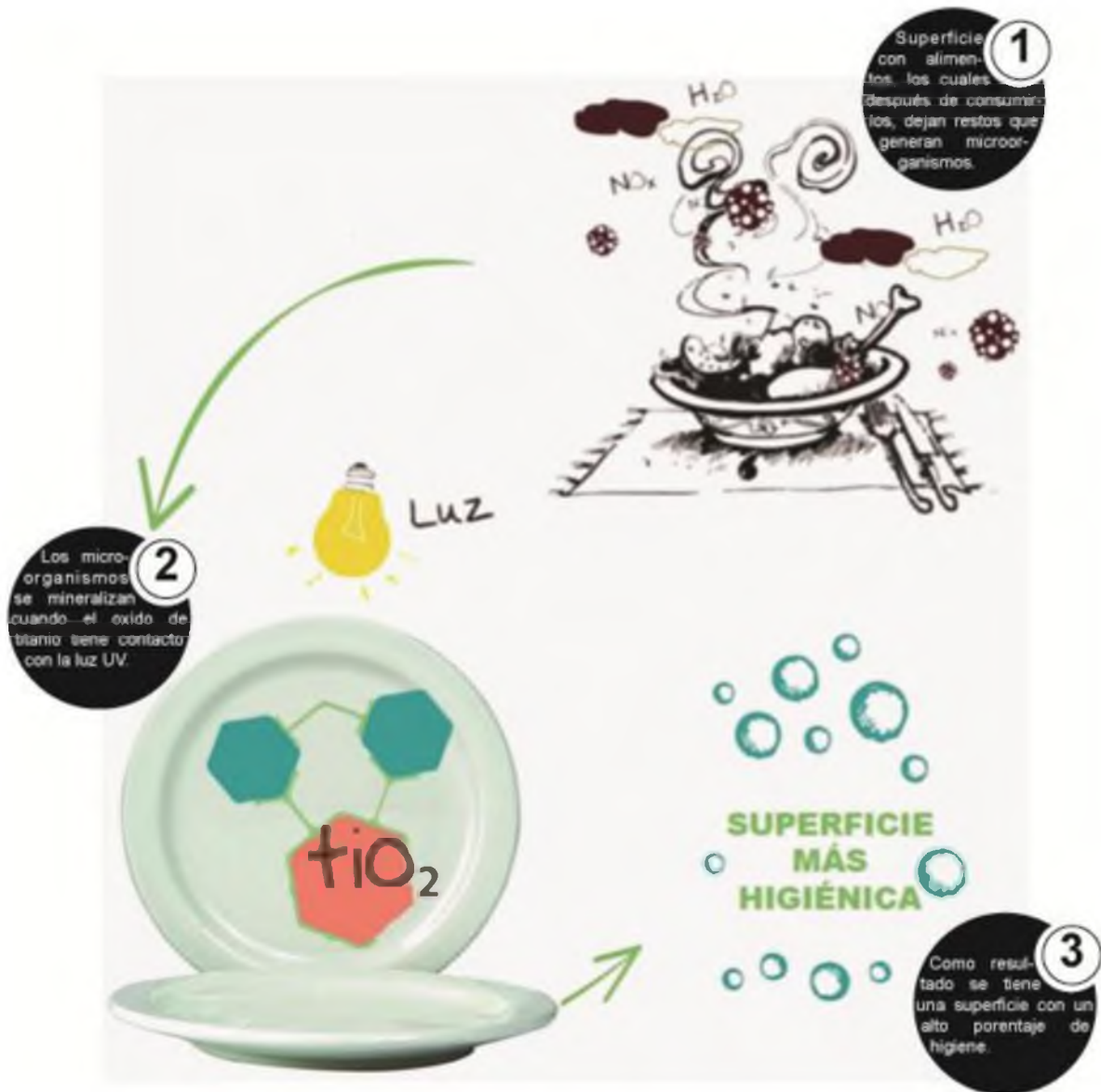


Figura 19. Ilustración que muestra el proceso de fotocatalisis.

Fuente:
www.domi.com

1.1.14 Efectos sobre la salud

El TiO_2 , es una pantalla que refleja los rayos UV antes de que puedan dañar la piel. Es un ingrediente común presente en productos para la protección solar. El mayor efecto benéfico de utilizarlo es la reducción de riesgo de padecer cáncer de piel. El TiO_2 es uno de los ingredientes que se encuentra en las pantallas solares que recomienda la Academia Americana de Dermatología. No es una pantalla química y por lo tanto no es reactiva para las personas alérgicas a éstas (Caroline Thompson, 2011).

El TiO_2 puede ser un irritante leve de la piel en algunos casos. Los investigadores del Centro Canadiense de Salud y Seguridad Ocupacional examinaron a cinco voluntarios con una aplicación de 0,1 mg de TiO_2 una vez al día durante tres días. El polvo fue utilizado tanto sobre piel sana como dañada. Los resultados no produjeron irritación en casi ninguno de los voluntarios, por lo que los investigadores concluyeron que el TiO_2 es aceptado y como máximo resulta un irritante leve en algunas personas (Caroline Thompson, 2011).

1.1.15 Plato playo.

Se denomina plato al recipiente bajo y de forma común, con una hendidura en medio y orilla comúnmente plana alrededor, utilizado en las mesas para presentar los alimentos y comer en él.

El plato playo o llano, es el plato que forma parte de la vajilla, cuya característica es que cuenta de poca hondura. Es más amplio y menos profundo para poder contener alimentos que suelen servirse con otros acompañamientos. Puede contener un alimento sólo, o alimentos acompañados de guarnición u otros complementos. En él se sirven los alimentos principales así como para apoyar el plato de la entrada o el hondo.

En este caso definiremos lo que es un plato playo, la palabra “playo” no es más que el sinónimo de la palabra “llano”. Esto quiere decir que el plato playo y el ya conocido plato llano, son los mismos (Ver figura 20).

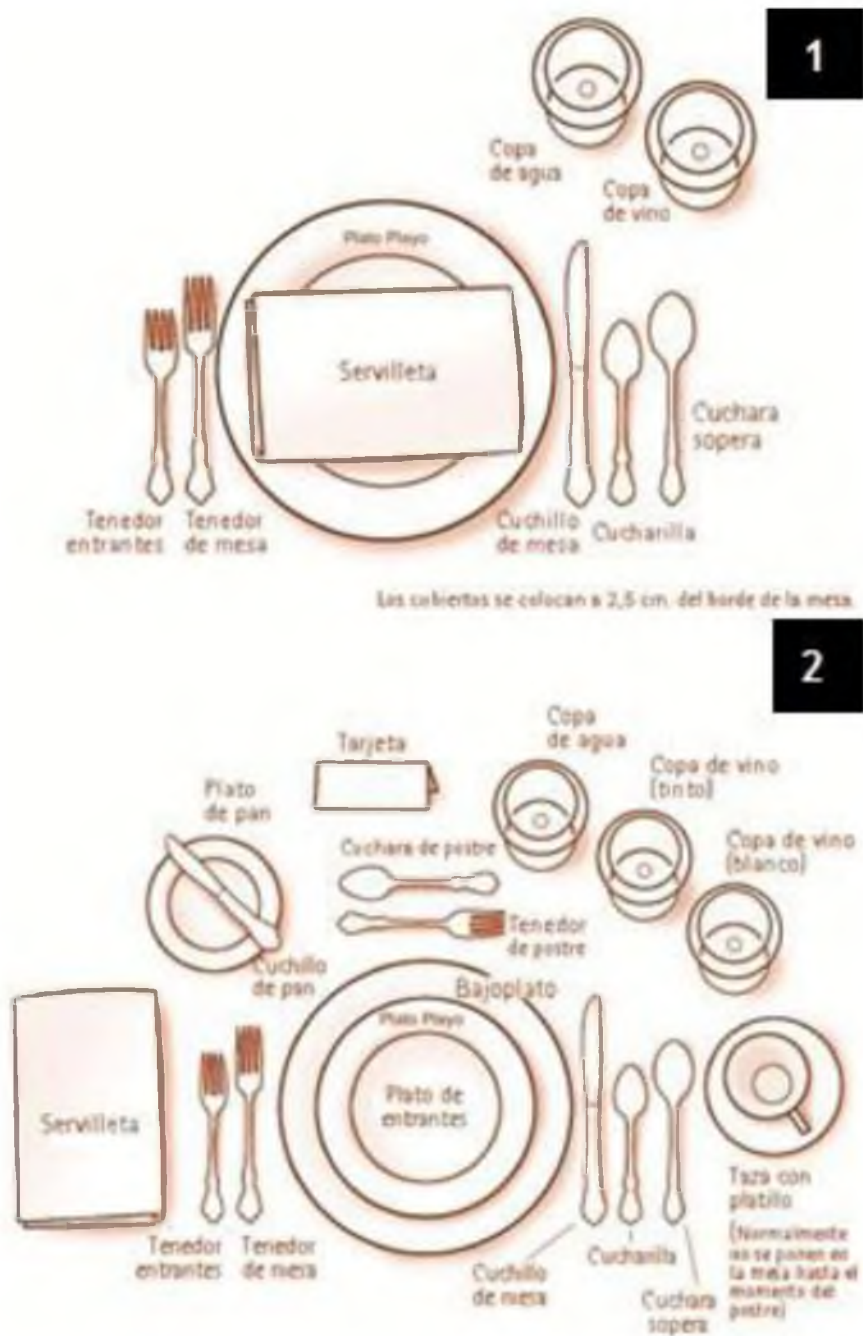


Figura 20 1) Forma de poner una mesa de manera informal. 2) Forma formal de poner una mesa.

Fuente:

<http://www.emquedabe.com>

1.2 FORMA Y FUNCION

“Un buen sentido de la figura y forma son fundamentales para cualquier trabajo de cerámica. La creación de un buen diseño también requiere creatividad” (Mattison Steve, 2012).

La forma de una pieza es dictada por su función, de manera que las formas más adecuadas fueron cambiando paulatinamente. Así, se pueden encontrar formas similares en diferentes continentes y culturas. Se trata de piezas clásicas que siguen pareciendo actuales. Muchos ceramistas actuales, artistas que trabajan la cerámica siguen utilizando estas formas básicas, estéticamente interesantes, a las que aplican cambios sutiles en la forma, el volumen y la escala para expresar su propia visión (Mattison Steve, 2012).

En esta ocasión para el desarrollo de la forma y función del plato playo se pensó desde un principio cuales serían los requerimientos y se listaron características que no serían agradables ni favorables para el diseño de este los cuales se nombran a continuación:

- Que no se despostille fácilmente porque se vería mal y antihigiénico.
- Que el material no altere el sabor de los alimentos.
- Que no tenga una forma ordinaria pero que esta no entorpezca el uso.
- Que no sea difícil de utilizar.
- Que no fuera inútil.
- Que no tenga una forma circular ya que es demasiado común.
- Que no sea de color obscuro, ya que lo ideal es que la forma sobresalga.

Después de tener claros los puntos anteriores se definieron algunos usos del plato los cuales son los siguientes:

- Es un contenedor de alimentos, por lo tanto delimita la posición de la comida.
- Se sirve una porción a la vez.
- En el plato playo se sirve el alimento principal.

Al tener claras las ideas de la utilidad del plato playo, se dio a la tarea de investigar

acerca de las distancias entre los comensales en una mesa.

El espacio personal se conceptualiza como aquel espacio que rodea a la persona y que le permite interactuar con otras personas de una manera cómoda y adecuada a las circunstancias. Se encontraron cuatro tipos de distancias (Ver figura 21):

- *Distancia íntima*
- *Distancia personal.*
- *Distancia social.*
- *Distancia pública.*



Figura 21 1) Diferentes tipos de distancias.

Fuente:

<http://semanaeconomica.com>

Esto nos lleva a analizar las distancias íntima y personal, para poder llegar a conocer las medidas óptimas de un plato playo, sin que este pase de los límites de dichas distancias. A continuación se muestran las medidas de las distancias señaladas:

- *Distancia íntima*, que corresponde a aquellas interacciones que se basan en el contacto físico. Esta es la distancia de las relaciones amorosas, de los intercambios afectivos de amistad y de la relación de los niños con sus padres. En esta distancia las personas pueden percibir sus alientos y olores corporales y las comunicaciones se realizan mediante susurros o en voz baja.

- *Distancia personal*, que es aquella en la que los interlocutores están separados por distancias de entre 46 y 120 centímetros. Esta distancia suele ser la utilizada con amigos y conocidos y es característica de las conversaciones distendidas, cuando las personas conversan de manera cercana, relajada y manteniendo un tono de voz suave.

La forma para el diseño del plato se abstrajo de una planta suculenta llamada *Aloe Polyphylla* (Ver figura 22).

El nombre del género Aloe se deriva de la palabra árabe *alloe*, que se traduce en “una sustancia amarga brillante” (Witkowski E.T.F., 2012

El *Aloe Polyphylla* tiene hojas carnosas que se disponen en espiral en cinco niveles con 15-30 hojas cada uno. No tiene tallo y crece a 2000-2500 msnm de altura. Las hojas son de color gris-verdoso que se tornan púrpura –marrón con bastantes espinos.

El aloe, es el género más grande de la familia de plantas suculentas y frondosas, petaloides monocotiledóneas. Limitado geográficamente al Viejo Mundo. El aloe presenta una notable variabilidad morfológica (Witkowski E.T.F., 2012).

Su singular atractivo estético, relativa facilidad de cultivo y marcada capacidad de hibridación ha dotado áloes, con considerable popularidad entre los jardineros y entusiastas de las plantas suculentas (Witkowski E.T.F., 2012

Todos los áloes se caracterizan por tener hojas carnosas que son en forma de barco en corte transversal y arreglado en rosetones o espirales (Witkowski E.T.F., 2012).

A partir de la forma en que se desarrollan las hojas de las plantas se pensó en abstraer una figura que al combinarse una tras otra nos sirviera para presentación de platillos en mesas de forma cuadrada como en mesa de forma circular.



Figura 22 *Aloe Polyphylla*
Fuente:
<http://www.bidorbuy.co.za>

1.3 LA APARIENCIA Y EL SENTIDO DEL TACTO.

1.3.1 Jerarquía de las necesidades.

Para que un diseño tenga éxito, debe satisfacer las necesidades básicas de las personas antes de intentar satisfacer otras necesidades más elevadas (Lidwell William. 2005).

Los buenos diseños siguen el principio de la jerarquía de las necesidades, mientras que un mal diseño puede intentar satisfacer necesidades desde diversos niveles sin empezar por el más bajo de la jerarquía. Los cinco niveles clave de necesidades de las personas son los que se describen a continuación (Ver figura 23):

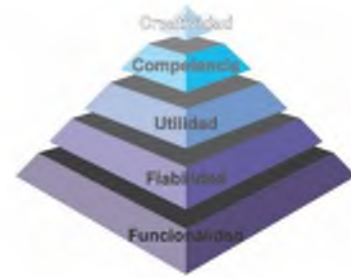


Figura 23 Pirámide de las necesidades del cliente
Fuente:
Propia

- *Las necesidades de funcionalidad.* Hacen referencia a la satisfacción de las necesidades de diseño más básicas.

El plato playo proporciona como mínimo su función más básica que es, ser contenedor de alimentos. Pero como se ha descrito, dicho producto tiene esa funcionalidad y más, por lo que no se considera de escaso o ningún valor.

- *Las necesidades de fiabilidad.* Se refieren a la obtención de unos resultados estables y consistentes.

El diseño del plato funciona sin dificultad, sus características hacen que tenga un periodo de uso duradero, esto lo hace fiable, aportando así un valor significativo.

- *Las necesidades de utilización.* Tiene que ver con la facilidad y el grado de comprensión en el uso de un diseño.

La facilidad de uso del plato es demasiado alta, a pesar de su forma singular, esto da a que las necesidades de utilización estén cubiertas.

- *Las necesidades de competencia.* Hacen referencia al hecho de otorgar a los usuarios la facultad de hacer las cosas mejor.

La forma del diseño del plato, hace que se pueda jugar con su posición, no tiene un sentido estricto de ser acomodado, es un juego de patrones, que forma varias presentaciones para poder enmarcan los platillos que se sirven en él.

- *La creatividad.* Ocupa el nivel más elevado de la jerarquía, en que todas las necesidades se han cubierto y los usuarios empiezan a interactuar con el diseño en modo innovador.

Como se menciona en el punto de necesidades de competencia el diseño innovador, creativo y singular del plato, da pie a que el usuario creé y explore elementos de conjuntos que vayan más allá del propio diseño y del usuario.

1.3.2 La navaja de Ockham.

Ante la posibilidad de elegir entre diseños equivalentes desde el punto de vista funcional, conviene inclinarse por el más sencillo. El principio de la navaja de Ockham habla de que es preferible la sencillez a la complejidad (Ver figura 24) (Lidwell William, 2005).



Figura 24 La navaja de Ockham.
Fuente:
<http://uppernet.es>

Se utilizó el principio de la navaja de Ockham para evaluar y elegir entre diseños múltiples pero funcionales equivalentes. En este caso, nos referimos a que los resultados de nuestro diseño fueron comparados con otros anteriores. Se evaluó Cada elemento del diseño, se eliminaron todas las formas que comprometían su funcionamiento.

1.3.3 El color.

El color se emplea en el diseño para atraer la atención, agrupar elementos, indicar significados y realzar estética.

El color puede lograr que los diseños resulten más interesantes y estéticos desde un punto de vista visual, además de reforzar la organización y el significado de los elementos de un diseño. Pero si se aplica de forma inadecuada, puede perjudicar seriamente la forma y la función del mismo (Lidwell William, 2005).

Se eligió no darle color al plato y dejarlo blanco ya que después de un análisis previo (Ver figura 25) de la presentación de platillos de la comida mexicana contemporánea, se encontró que en el plato representa el “marco de la comida”. Según Biko, un restaurante ubicado en la Cd. de México citan que *“El plato es un lienzo para la comida”*, además también que *“Descubrir la estética de la sencillez: la simplicidad”*.

Por lo anterior, la forma y característica del plato, es sin duda la más adecuada para la presentación de platillos, en donde el anfitrión es la comida, y el plato es el elemento que hace que se éste sobresalga aún más.



Figura 25 Diferentes platillos del restaurante BIKO
Fuente:
<http://www.biko.com.mx>

PARTE II

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

2.1 COMPONENTES

Los componentes para la realización de las diferentes fases del proceso son los que se mencionan a continuación:

- Yeso tipo cerámico. $(\text{CaSO}_4) \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

En la Tabla I se muestra la composición química y propiedades del Yeso tipo cerámico $((\text{CaSO}_4) \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O})$, empleado en la elaboración de la placa de absorción de humedad para las muestras y del molde de la pieza final

Tabla I. Composición química y propiedades del yeso tipo cerámico $(\text{CaSO}_4) \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

Yeso tipo cerámico. $(\text{CaSO}_4) \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	
Análisis químico	
$(\text{CaSO}_4) \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	98% - 99%
Al_2O_3 (Alúmina)	0.04%
SiO_2 (Sílice)	0.30%
MgO (Óxido de Magnesio)	0.56%
Otros	0.10%
Tamaño de partícula	90% a 92% de producto pasado por malla No. 200
Los siguientes datos fueron calculados a una consistencia de 76 cc	
Módulo de ruptura	850 lb/in ²
Dureza	68 Shore*
% de Absorción	38%

Fuente: Arcicor

* Shore. Se basa en la reacción elástica del material cuando dejamos caer sobre él un material más duro.

- Arcilla KTD-7J1

La arcilla empleada para la preparación de pasta cerámica fue provista por KT Clay de México. Las propiedades físicas se observan en la Tabla II.

Tabla II. Propiedades físicas de la arcilla KTD-7J1

Arcilla KTD-7J1			
Estándar		Resultados de pruebas (proveedor)	
Propiedades físicas		Resultados obtenidos	
Color en crudo	Gris claro	Color en crudo	Gris claro
% Humedad (base seca)	4.0 máximo	% Humedad (base seca)	1.2
% Retenido M-80	0.2	% Retenido M-80	0
% Retenido M-200	0.5 a 2.0	% Retenido M-200	1.2
% Contracción quemado	7.0 a 9.8	% Contracción quemado	9
Cono quemado	Cono 05 (1046 °C)	Cono quemado	Cono 05 (1046 °C)

Fuente: KT Clay

- Óxido de titanio R902

El óxido de titanio empleado en el presente trabajo de tesis fue manufacturado por Dupont (Jonhsonville Plant), en la Tabla III se muestran sus principales características.

Tabla III. Principales características del TiO₂

Óxido de Titanio	
Finura Hegman*	10.0 - 14.0
Punto final conteo de partículas	4.0
Conteo de partículas	15.0
Absorción de aceite	13.0 g/100 g

Fuente: Arcicor

* Grindómetro Hegman. Instrumento de precisión utilizado para determinar el tamaño de la partícula y la finura del molido.

- Esmalte transparente cristalino

El Esmalte transparente cristalino PR1001 fue provisto por la empresa Arcicor. En la Tabla IV se enlistan algunos parámetros.

Tabla IV. Parámetros del esmalte transparente cristalino

Esmalte Transparente Cristalino	
Granulometría M-325	7%
Rango de temperatura	950 - 1050 (°C)
Tipo de esmalte	Transparente brillante
Aspecto	esmalte molido
Tipo de aplicación	Inmersión a densidad= 1.60 gr/ml
Tiempo de secado	6 segundos
Ciclo de quemado	5 horas a intervalos de 210°C/Hr.
Temperatura máxima de quema	1080 °C

Fuente: Arcicor

- Silicato de Sodio (Na_2SiO_3)

El silicato de sodio o silicato sódico provisto por Arcicor fue utilizado como defloculante en el proceso de fabricación de la barbotina. En términos generales, la función del silicato fue reducir la viscosidad de ésta para facilitar su procesamiento.

- Agua (H_2O)

EL agua que se utilizó durante toda la parte experimental se extrajo directamente del grifo.

2.2 PROCEDIMIENTO PARA ELABORACION DE MUESTRAS DE PRUEBA

2.2.1 Etapa uno: Elaboración de placa de yeso

En la primera etapa se realizó una placa de yeso cerámico que soportó las muestras de prueba elaboradas de cerámica (losetas).

Armado de molde de madera

Se comenzó por armar un molde de madera de 20cm por cada uno de sus lados. Se prosiguió a armar el molde, sujetándola con flejes y asegurándola con plastilina.

Preparación y vaciado de yeso cerámico

Para preparar el yeso se usa solamente recipientes limpios, libres de polvo y grasa. Por cada 100 partes de yeso se le agregan de 68 a 74 partes de agua limpia. En este caso se pesaron 5 kilogramos de yeso cerámico y 3.75 litros de H₂O. Se humectó el yeso durante un minuto antes de mezclarlo. Para la creación de la placa de yeso que absorbería la humedad de unas futuras losetas de cerámica, se mezclaron los 5 kilogramos de yeso cerámico con 3.75 litros de H₂O, esta mezcla se vació dentro de la caja de madera (Ver figura 26).



Figura 26 Procedimiento de elaboración de la placa de yeso. 1) y 2) Material pesado. 3) Mezcla de los materiales. 4) Mezcla homogénea. 5) Vaciado de yeso. 6) Yeso fraguado.

Fuente:
Propia

Desmolde de placa

Se dejó fraguar el yeso durante 4 horas y después se retiraron los flejes cuidadosamente. La placa se colocó sobre un par de apoyos de madera para continuar con el proceso de secado.

2.2.2 Etapa dos: Elaboración de muestras (losetas)

Elaboración de la barbotina

En la segunda etapa se elaboró la barbotina la cual fue hecha por el método de mezclado en suspensión, para mantenerla de esta se le agregó un defloculante. Se prepararon 2 kilos de pasta KTD-7, 800 ml de agua (0.8L) y 7.5 ml de silicato de sodio diluido en 10 ml de agua. Inicialmente se preparó un recipiente con 800 ml de agua. Se adiciono 1 tercera parte de pasta (667 gramos) y posteriormente se mezcló. Se adiciono 1 tercera parte de la solución de silicato de sodio en agua (5.8 ml) y posteriormente se mezcló. La barbotina se dejó reposar 48 horas (es suficiente con 24 horas). Se adiciono a la barbotina la mezcla de 0.5 ml de silicato de sodio en 1 ml de agua, para posteriormente pasar la barbotina a un contenedor cerrado (Ver figura 27).



Figura 27 Elaboración de barbotina.
Fuente:
Propia.

Moldes para muestras

Se realizaron sobre la placa de yeso 4 canales con barras pequeñas de madera, 2 canales eran de un ancho de 4 centímetros y los otros 2 eran de 3 centímetros., estos fueron los moldes para el posterior vaciado de barbotina (Ver figura 28).



Figura 28 Moldes para muestras.
Fuente:
Propia.

Vaciado de barbotina y elaboración de losetas

A la mezcla que se dejó reposar se le agregó nuevamente una mezcla compuesta por 2 mililitros de H₂O con 0.2 mililitros de silicato de sodio, esto para que la mezcla en reposo tuviera mejor fluidez.

Se mezcló perfectamente y se prosiguió a vaciar la barbotina (método de slip-casting*) (Mattison Steve, 2004), y dentro de los canales de madera. Después de haberse dejado por 4 horas se prosiguió a cortar los canales de 4 centímetros de ancho y en pequeñas losetas de 4 cm por lado, y los dos canales de 3 cm de ancho en rectángulos de 15 cm de ancho (de cada muestra se hicieron tres reproducciones iguales que correspondían a diferentes series). Una de estas barras fue marcada con una línea de 10 cm de largo. Todas las losetas tienen 3mm de espesor.

Cocción de cerámica

Se prosiguió a someter las losetas a un tratamiento térmico dentro de un horno Thermo Scientific Thermolyne, cada serie a diferente temperatura (950 °C, 975 °C y 1000 °C) a velocidades de calentamiento de 5 °C/min, 10 °C/min y 15 °C/min. Posteriormente se realizaron las pruebas de deformación y contracción. La primera prueba se realizó colocando una loseta sobre un par de apoyos en las orillas sin haberla sometido a algún tratamiento térmico. La prueba de contracción de igual manera se realizó sin previa cocción y solo se midió la longitud inicial y la final para observar la diferencia; estas pruebas se explican de mejor manera en el capítulo 3 “Resultados”.

* Vaciado de barbotina

Esmaltado

Al término de lo anterior se pesaron 10 porciones de 20 g de esmalte transparente y se fueron combinando con 0.10 ml de H₂O y la respectiva porción de óxido de titanio, ya que se hicieron mezclas con diferentes porcentajes de óxido de titanio (0%, 2%, 4%, 6% y 8%). En la figura 29 se observan las proporciones.

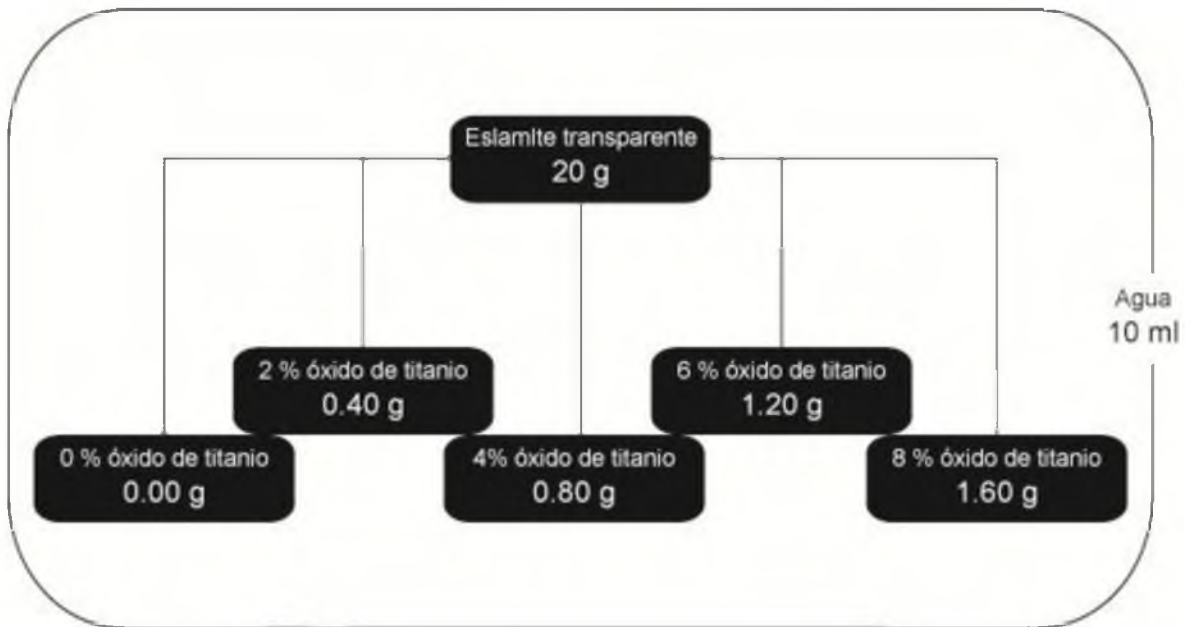


Figura 29 Proporciones de esmalte.

Fuente:
Propia.

Cocción después de esmaltado

Las losetas esmaltadas se sometieron a otro tratamiento térmico, cada serie a la temperatura correspondiente del tratamiento anterior (950 °C, 975 °C y 1000 °C) pero esta vez a una sola velocidad de calentamiento, 10 °C por minuto (Ver figura 31). Después se realizó la prueba de humedad, esta prueba se explica en el Capítulo 3 “Resultados”.



Figura 30 Cocción después de esmaltado.

Fuente:
Propia.

2.2.3 Etapa tres: Propuestas de diseño

En la tercera etapa se realizaron diferentes propuestas de diseño. La forma de la pieza es dictada por la función, se buscó que el plato se adaptara a medidas de mesas de cualquier forma, de manera que las propuestas de diseño más apropiadas fueron evolucionando gradualmente hasta llegar a la adecuada. Cabe señalar que la forma en la que se trabajó fue en una abstracción de una hoja de la planta suculenta llamada *Aloe Polyphylla*. El plato playo proporciona como mínimo su función más básica que es, ser contenedor de alimentos. Pero dicho producto tiene esa funcionalidad y más. Funciona sin dificultad, sus características hacen que tenga un periodo de uso duradero, esto lo hace fiable. La forma del diseño del plato, hace que se pueda jugar con su posición, no tiene un sentido estricto de ser acomodado, es un juego de patrones, que forma varias presentaciones para poder enmarcan los platillos que se sirven en él. El diseño es innovador, creativo y singular, da pie a que el usuario creé y explore elementos de conjuntos que vayan más allá del propio diseño y del usuario. Se diseñó un plato que no solo cubriera las necesidades del usuario si no que cubriera el sentido de la figura y forma (Ver figura 31).

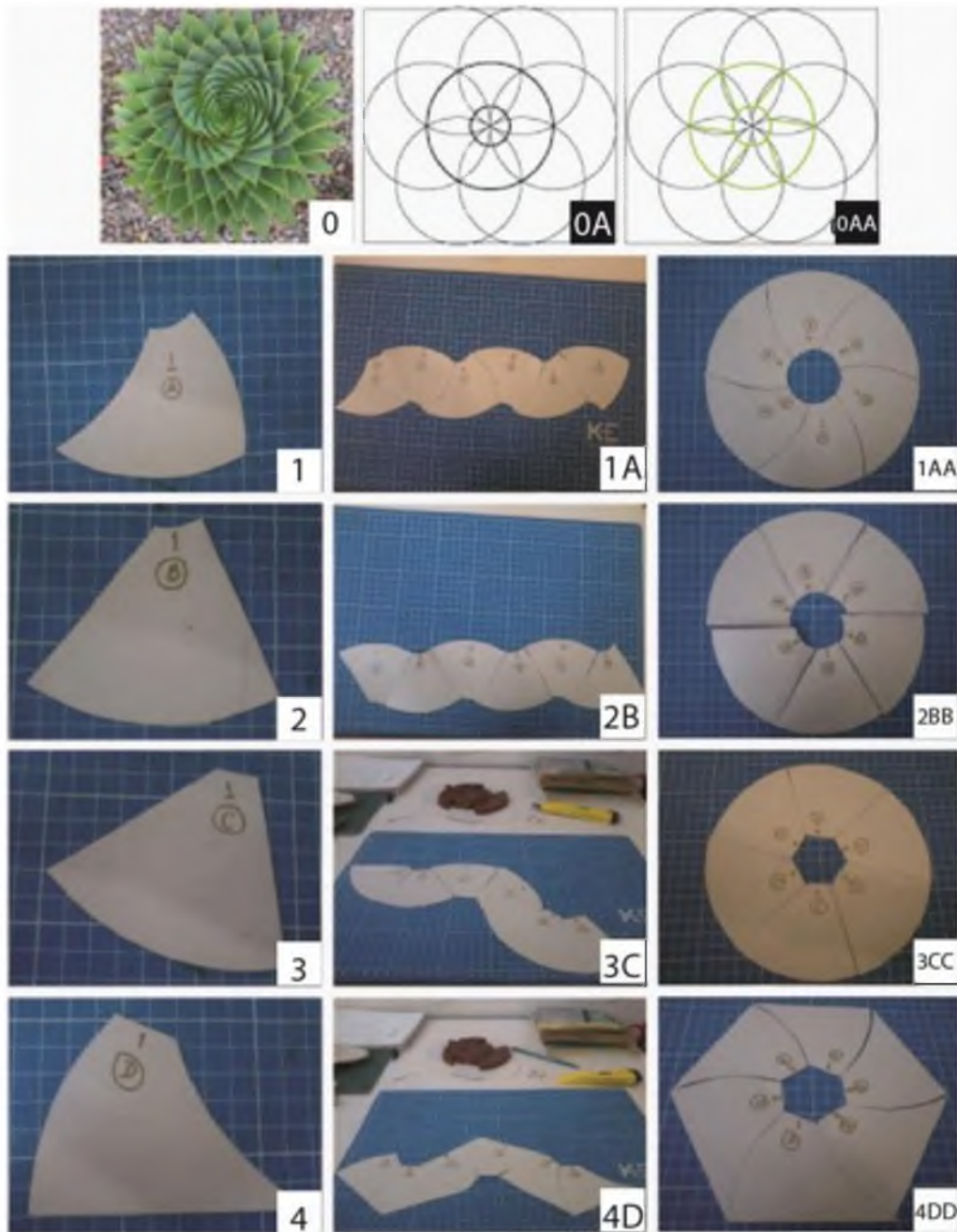


Figura 31 Propuestas de diseño. De arriba abajo, de izquierda a derecha: **0)** Aloe Polyphylla **0A)** Geometrización inicial para la abstracción de la forma del plato. **0AA)** Segunda Geometrización, en este caso corresponde a la de la propuesta B. **1)** Propuesta A. **1A)** Ejemplo de acomodo de la Propuesta A. **1AA)** Ejemplo de acomodo de la Propuesta A. **2)** Propuesta B. **2B)** Ejemplo de acomodo de la Propuesta B. **2BB)** Ejemplo de acomodo de la Propuesta B. **3)** Propuesta C. **3C)** Ejemplo de acomodo de la Propuesta C. **3CC)** Ejemplo de acomodo de la Propuesta C. **4)** Propuesta D. **4D)** Ejemplo de acomodo de la Propuesta D. **4DD)** Ejemplo de acomodo de la Propuesta D.

Fuente:
Propia.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

3.1 PRUEBAS DE LABORATORIO

3.1.1 Tratamiento térmico, deformación, contracción y humedad.

Como se menciona en el apartado "Cocción de cerámica", las pruebas se sometieron a un tratamiento térmico de 950 °C, 975 °C y 1000 °C a velocidades de calentamiento de 5 °C/min, 10 °C/min y 15 °C/min, esto, para poder observar cual era la temperatura y la velocidad de calentamiento adecuadas.

Para la prueba de deformación se colocó una muestra de cerámica en crudo sobre dos apoyos, uno en cada extremo de la muestra. Después de haber pasado 24 horas se prosiguió a medir el espacio que había entre los extremos de la placa y la ahora base de la placa, ya que esta había cedido del centro, este espacio, media 0.50 cm (Ver Tabla V).

La contracción se midió después de una semana de secado de igual manera con la cerámica en crudo. La muestra marcada con la línea de 10 cm de longitud redujo 0.5 cm de longitud (5%) (Ver Tabla V). De igual manera las losetas que medían 4 centímetros después de 24 horas ahora miden 3.5 centímetros por lado después de hacer la primera prueba de contracción.

Posteriormente se realizaron las pruebas de humedad, estas pruebas se realizaron después del proceso de cocción, las muestras fueron sumergidas en recipientes con H₂O durante 24 horas, posteriormente fueron pesados, se determinó peso seco y peso húmedo. (Ver Tabla V).

Tabla V. Resultados de las pruebas hechas a las muestras de cerámica antes de ser esmaltadas.

Lote	Temperatura de cocción	Deformación	% de Contracción*	Peso seco	Peso húmedo	% de humedad *
01	950°C	0.50 cm	5	12.44 g	15.01 g	20.65
02	975°C	0.50 cm	5	13.52 g	16.23 g	20.04
03	1000°C	0.50 cm	5	11.65 g	13.95 g	19.74

Fuente: Propia

3.1.2 Proporciones de esmaltes

Después se hicieron pruebas de esmalte con diversas proporciones de TiO_2 empezando con el 0% hasta llegar al 8% (de 2 en 2), se manejó 20 g como el 100% (Ver Tabla VI). Para el tratamiento térmico de las muestras la velocidad de calentamiento fue de 10°C/min y el tiempo de permanencia a la temperatura (950°C, 975°C, 1000°C) del horno fue de 1 hora.

Tabla VI. Proporciones de TiO_2 en el esmalte

Lote	Temperatura de cocción	0% de TiO_2	2% de TiO_2	4% de TiO_2	6% de TiO_2	8% de TiO_2
01	950°C					
02	975°C	0 g	0.40 g	0.80 g	1.20 g	1.60 g
03	1000°C					

Fuente: Propia

* Porcentaje de contracción= ((Longitud inicial- Longitud final) /Longitud final) X 100

* Porcentaje de absorción= ((Peso en húmedo- peso seco) /peso seco) X 100.

3.1.3 Microdureza *Vickers*

Esta prueba se le realizó a la muestra que contiene 2% de óxido de titanio con tratamiento térmico a una temperatura de 1000°C y velocidad de calentamiento de 10°C/min, ya que se encontró que estas proporciones eran las óptimas ya que con estas medidas se obtienen los resultados esperados, esto se detalla en el capítulo 5 “Conclusiones y solución”.

Para la realización de esta prueba se necesitó montar las muestras en bases de resina para lo cual se utilizó el kit de resina acrílica Acryfix marca Struers que se conforma de un recipiente de resina líquida y otro de resina sólida en polvo.

Para comenzar se colocó vaselina en el molde para la base y se colocaron las muestras dentro del molde. Después se mezcló una parte de resina acrílica en líquido con dos partes de resina en polvo, se mezclaron por 30 segundos y se prosiguió a vaciar en los moldes que contenían las muestras.

Una vez catalizada la resina se retiraron las muestras del molde, ya estas incrustadas con base de resina. Luego se lijaron cada una de las muestras comenzando el proceso con una lija marca Struch de carburo de silicio de grado 220, 320, 500, 800 y finalizando con una de grado 1000.

Posteriormente la muestra se colocó en el portamuestras del microdurómetro (Ver figura 32) de marca Mitutoyo modelo HM124, se seleccionó la carga a aplicar, primero 0.1 kg y después 0.5 Kg. Las muestras se observaron a 50 X (Ver figura 33),



Figura 32 Microdurómetro.
Fuente:
Propia



Figura 33 Huella de indentación.
Fuente:
Propia

se prosiguió a aplicar las cargas respectivamente, una vez realizada la indentación se midieron las diagonales de la huella para determinar la microdureza (Ver Tabla VII).

Tabla VII. Resultados de microdureza *Vickers*

Carga	D1	D2	HV*	Observaciones
0.1 kg	18.80	17.80	2768	
0.5 kg	42.49	45.47	479.3	
0.5 kg	41.13	40.22	560.4	C= 46.02
0.5 kg	41.55	40.51	550.8	

Fuente: Propia

3.1.4 Pruebas bacterianas

Esterilización

Para la realización de las pruebas bacterianas primero que nada las muestras de prueba se desinfectaron por medio del método de esterilización en húmedo. Esto se llevó a cabo en una autoclave marca EVAR modelo Ev-30 siguiendo este procedimiento, se agregó agua necesaria, se selló herméticamente con las piezas dentro previamente envueltas en papel kraft. Se prosiguió a encender la autoclave a para que pudiera llegar a la temperatura de 90°C. Posteriormente se abrió la válvula, para poder dejar salir la presión el aire cuidadosamente, ya que se ha liberado completamente se cierra la válvula y se espera a que la temperatura aumente a 120°C a 15 Kg/cm² de presión, se dejó a esta temperatura y presión durante 30 minutos, luego de haber pasado dicho tiempo se apaga y se espera por un intervalo de 10 minutos para poder abrir de nuevo cuidadosamente la

* Formula para determinar microdureza: $Vickers HV = 1.72 (Pd1^2)$ (Shackelford James F, 1998).

válvula de presión hasta sacar el exceso y finalmente se abre la autoclave para poder retirar el material, sujetándolo con pinzas cuidadosamente (Ver figura 34).



Figura 34 Esterilización. **1)** Autoclave. **2)** Envoltura de material. **3)** Temperatura de 90 °C. **4)** Temperatura y presión constante. **5)** Apertura de válvula. **6)** Apertura de autoclave. **7)** Extracción de material. **8)** Material esterilizado.

Fuente:
Propia

Cultivo de bacterias

Para el cultivo de bacterias primeramente se optó por observar las muestras de pruebas ya esterilizadas a través de un estereoscopio marca Fisher Science Education, esto para después de tener el cultivo, observar cual fue el porcentaje de degradación de bacterias (Ver figura 35).

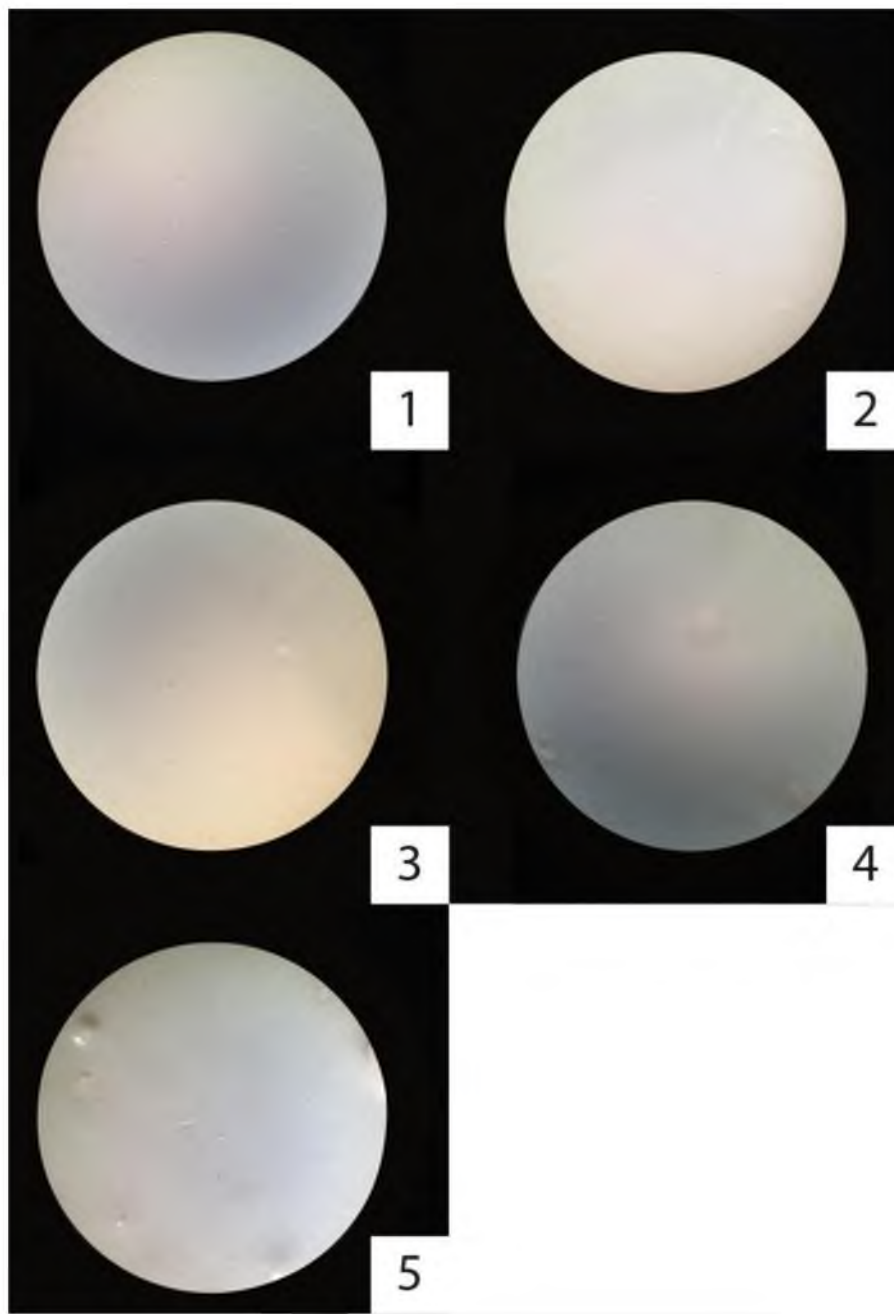


Figura 35 Vista microscópica. 1) Muestra 0% TiO_2 . 2) Muestra 2% TiO_2 . 3) Muestra 4% TiO_2 . 4) Muestra 6% TiO_2 . 5) Muestra 8% TiO_2 .

Fuente:
Propia

Para poder hacer el cultivo se necesitó pesar 0.235 g* de agar para métodos estándar marca BBL disuelto en 10 ml de agua destilada, esta cantidad para cada una de las cajas petri. A tener la muestra se colocó sobre un mechero para poder mezclar perfectamente bien durante 3 minutos.

Después de tener una mezcla homogénea de agar, se colocó cada una de las muestras de prueba dentro de una caja petri previamente etiquetada para poder distinguirlas, realizado esto se cubrió la muestra con 10 ml de agar y con un asa bacteriológica se extendió una muestra de comida sobre cada una de las 5 muestras de prueba (losetas con esmalte con contenido de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% de TiO_2 , a tratamiento térmico de 1000 °C), para después introducirlas a una incubadora Novatech Estudio Digital modelo EI60-A/D a una temperatura de 37 °C durante 24 horas, esto para que existe un pronto desarrollo de bacterias (Ver figura 36).



Figura 36 Cultivo de bacterias. **1)** Componentes para agar. **2)** Mezcla de agar. **3)** Colocación de muestras en caja petri. **4)** Extensión de comida sobre muestra. **5)** Cajas petri con muestras y agar dentro. **6)** Muestras dentro de incubadora.

Fuente:
Propia

* Por cada 1000 ml de agua destilada se agregaran 23.5 g de agar para métodos estándar.

Observación de poblaciones bacterianas antes de fotocatalisis

Después de haber retirado las muestras de prueba de la incubadora se prosiguió a observarlas por el microscopio para ver si había desarrollo bacterial y en efecto hubo un cambio en la superficie de las muestras, se encontraron pequeños desarrollos de microorganismos en donde se puede observar que entre más contenido de óxido de titanio en el esmalte fue menor el crecimiento bacterial y tal como se ve percibe en la Figura 37 existen muestras en las que no hubo rastro alguno de algún desarrollo bacterial.

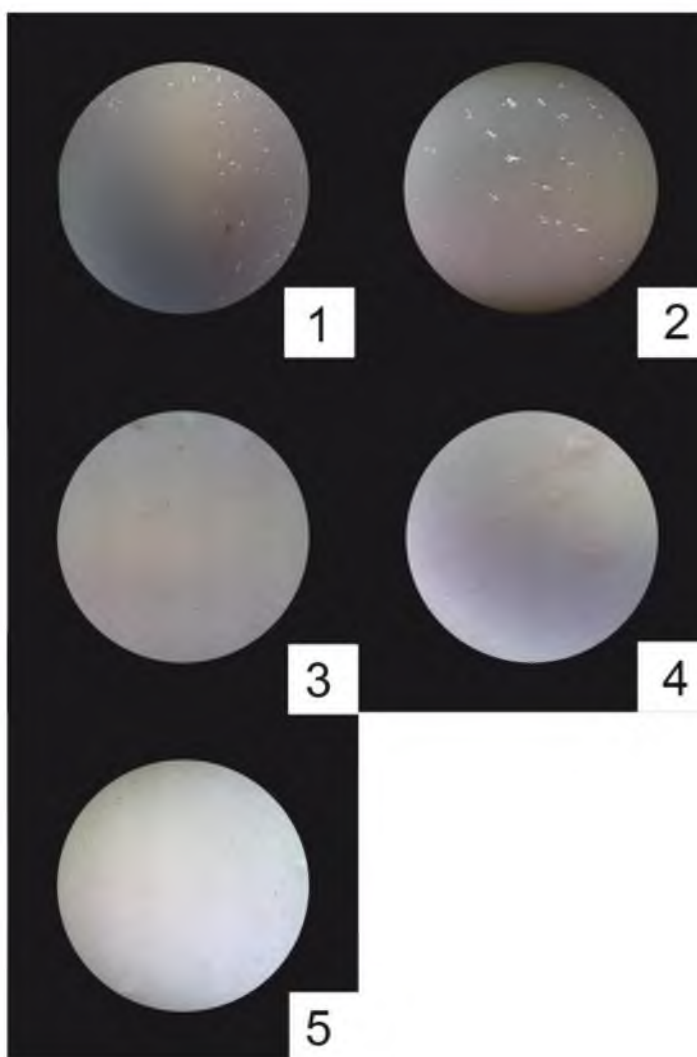


Figura 37 Desarrollo de bacterias. **1)** Muestra 0% TiO_2 . **2)** Muestra 2% TiO_2 . **3)** Muestra 4% TiO_2 . **4)** Muestra 6% TiO_2 .
Fuente:
Propia

Exposición a luz

Al término de observar el desarrollo de bacterias, las placas se lavaron con agua hasta que no se observaran residuos de las muestras de comida impregnadas, posteriormente se colocaron a la luz solar durante 30 minutos (Ver figura 38) para así poder efectuar el proceso de fotocatalisis.

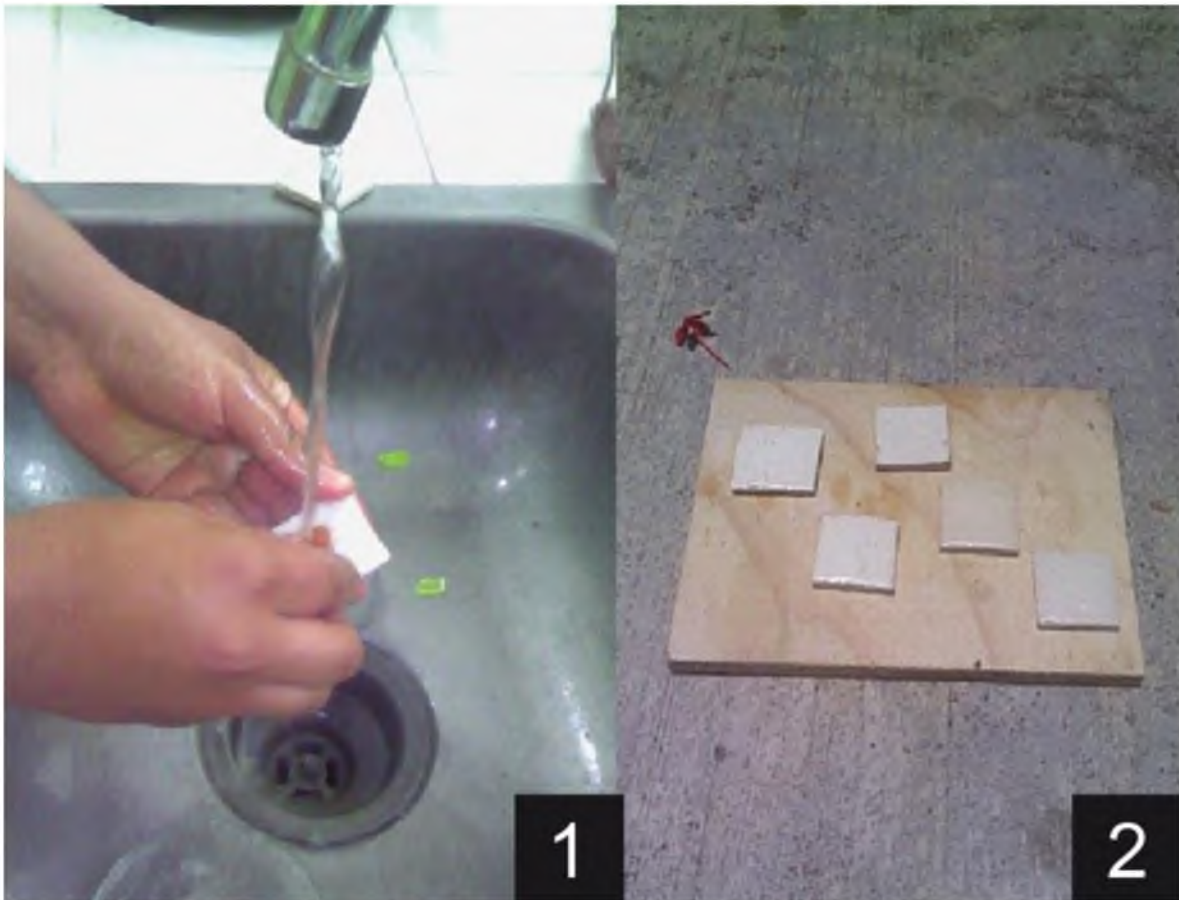


Figura 38 Exposición a luz. 1) Lavado de placas 2) Exposición a luz solar

Fuente:
Propia

Resultados de fotocatalisis

Posteriormente se comprobó mediante la observación por el microscopio que efectivamente hubo degradación de bacterias en las muestras en las que hubo anteriormente desarrollo bacterial después de haberse realizado el proceso de fotocatalisis, se debe recalcar que no se hizo un conteo de colonias simplemente se estimó que existía menor crecimiento de bacterias por las proporciones que se muestran en la figura 39.

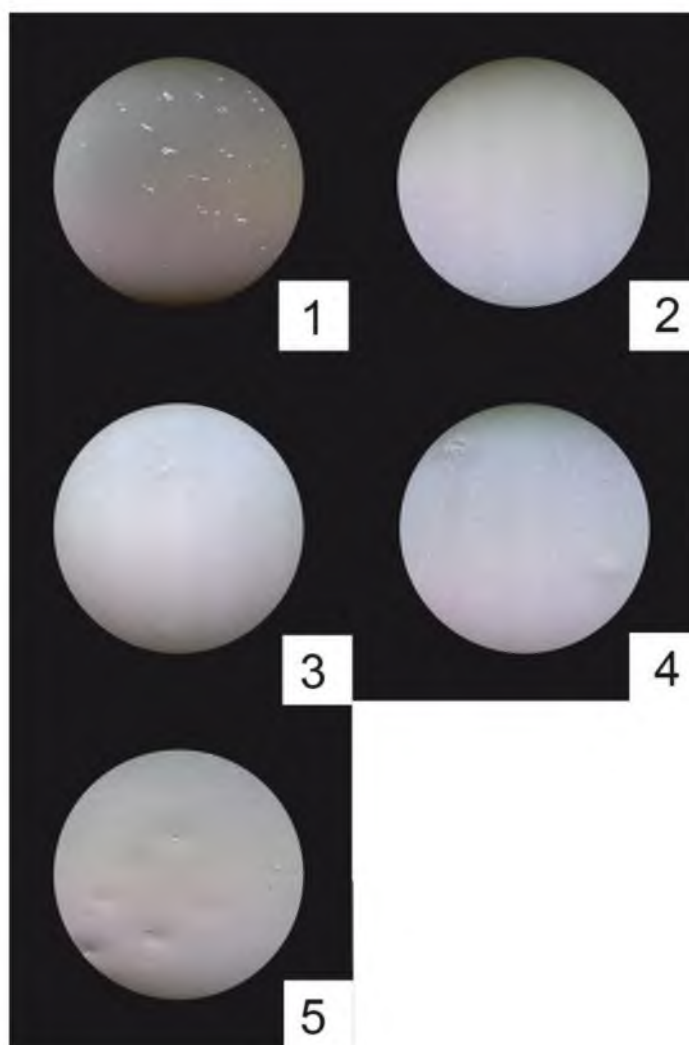


Figura 39 Resultados. 1) Muestra 0% TiO_2 . 2) Muestra 2% TiO_2 . 3) Muestra 4% TiO_2 . 4) Muestra 6% TiO_2 . 5) Muestra 8% TiO_2 .

Fuente:
Propia

PARTE III

PROCESO DE MORFOLOGÍA

CAPÍTULO 4

TÉCNICAS DE DISEÑO

4.1 BOCETOS

Como se ha explicado en capítulos anteriores se escogió la planta *Aloe Polyphylla*. La primera fase fue buscar la manera de extraer la forma más adecuada a nuestras necesidades. Estas necesidades se mencionan en el Capítulo 1.

Para buscar dicha forma, se comenzó por realizar diferentes bocetos (Ver figura 40) y posteriormente se eligió una forma adecuada que se pudiera manejar fácilmente se comenzó a trazar líneas que dividieran a la planta tal y como lo hacen naturalmente el acomodo de las hojas. Prácticamente se finalizó con una geometrización de la distribución de las hojas. Al tener trazos que asemejaban la forma de la planta, se buscó entre ellos una forma con la que se pudiera jugar al posicionarla sobre la mesa.

De esta primera etapa, se obtuvieron cuatro propuestas:

Propuesta A

Esta fue la primera propuesta que se presentó. En esta y en toda se buscaba que la forma minimizara



Figura 40 Bocetos previos a geometrización.
Fuente:
Propia

el espacio que utiliza un plato convencional. En la figura 41 se pueden ver los pasos para obtener la forma, en la imagen 1 se geometrizó la forma de la planta, en la imagen 2 se abstrajo una forma compuesta de módulos, se prosiguió a abstraer la forma del módulo, como se puede ver en la imagen 3 y finalmente se comenzó a interactuar con el conjunto de módulos, de manera que se encontraran diferentes formas de presentar el plato.

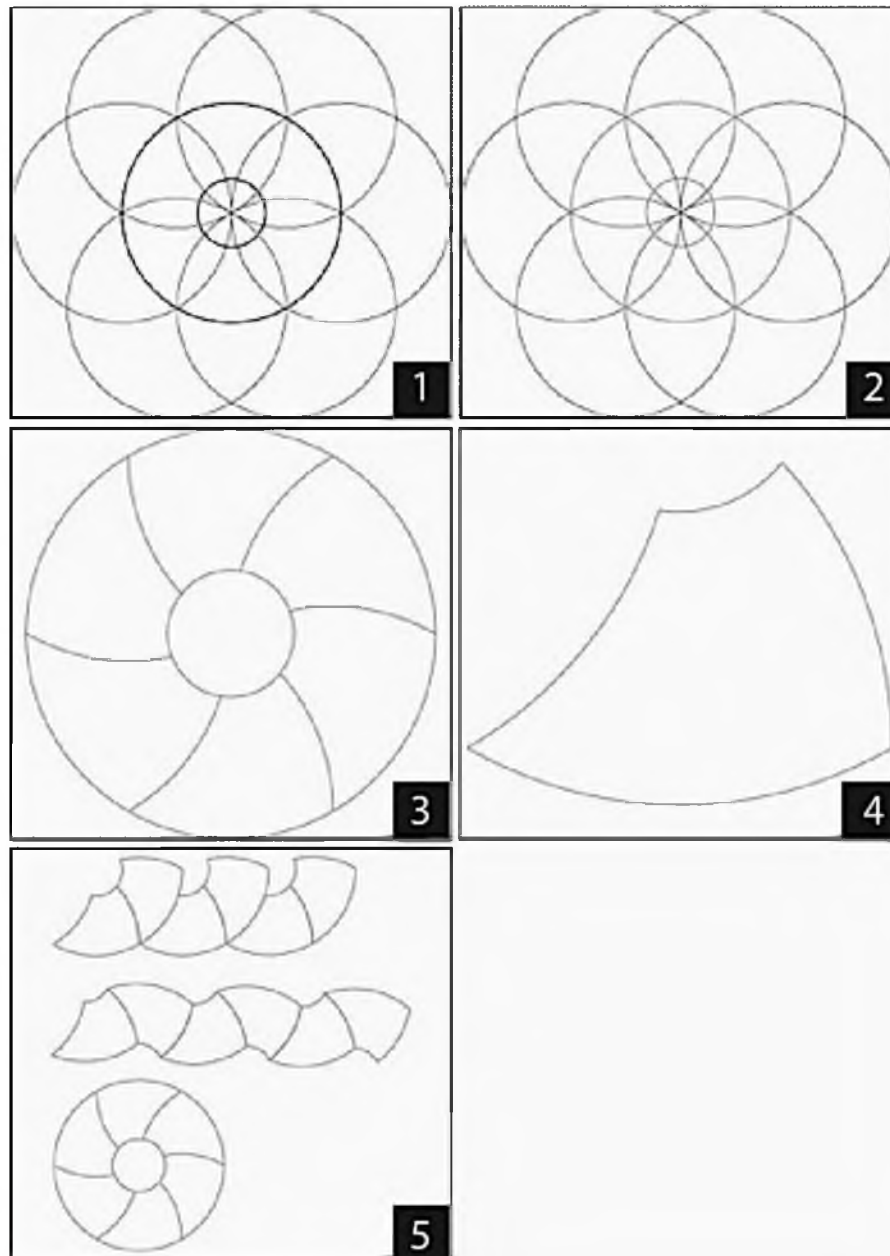


Figura 41 Propuesta A. **1)** Geometrización. **2)** Identificación de grupo de módulos. **3)** Abstracción de grupo de módulos. **4)** Módulo. **5)** Formas de acomodar el módulo.

Fuente:
Propia

Propuesta B (Ver figura 42).

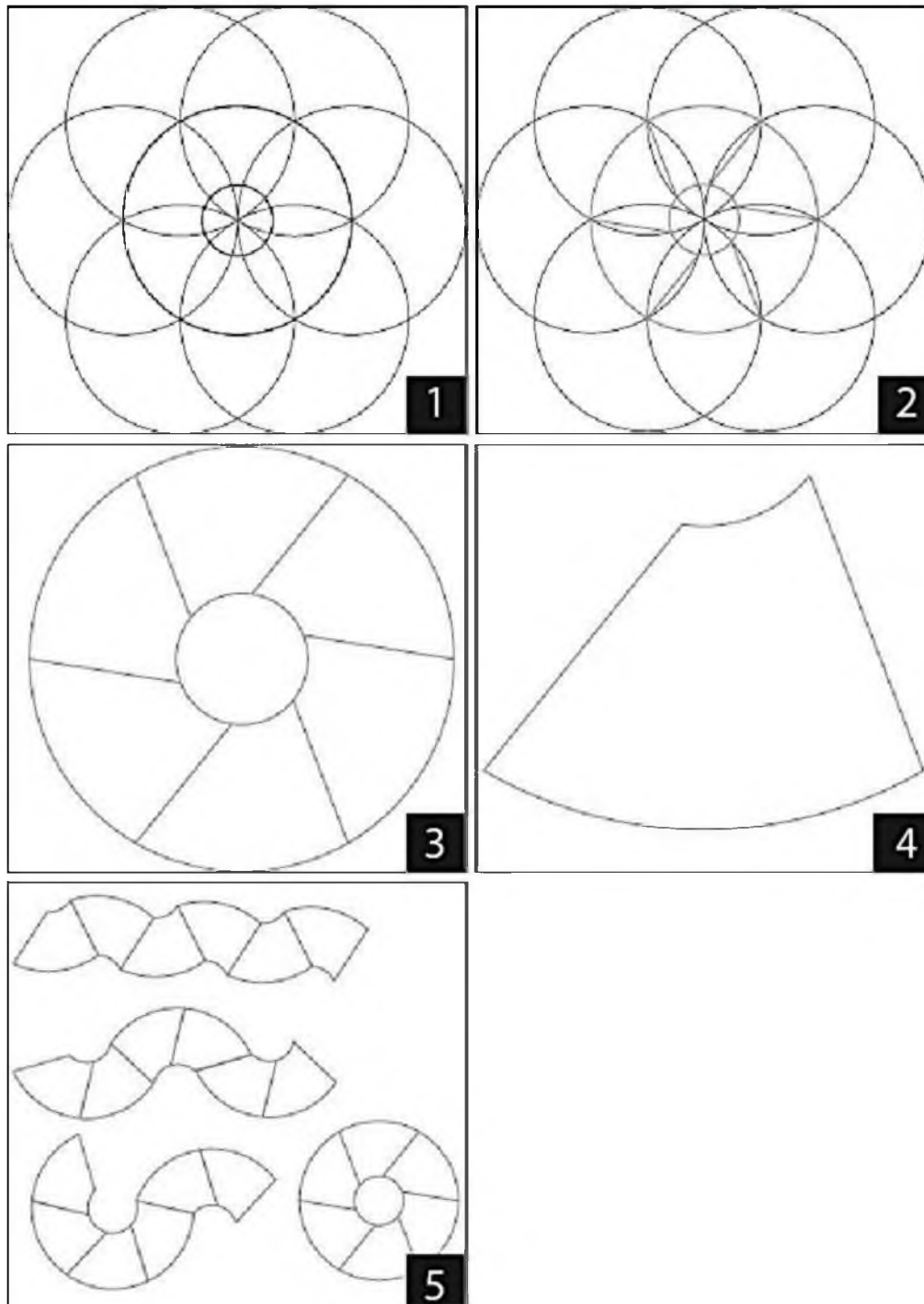


Figura 42 Propuesta B. **1)** Geometrización. **2)** Identificación de grupo de módulos. **3)** Abstracción de grupo de módulos. **4)** Módulo. **5)** Formas de acomodar el modulo.

Fuente:
Propia

Propuesta C (Ver figura 43).

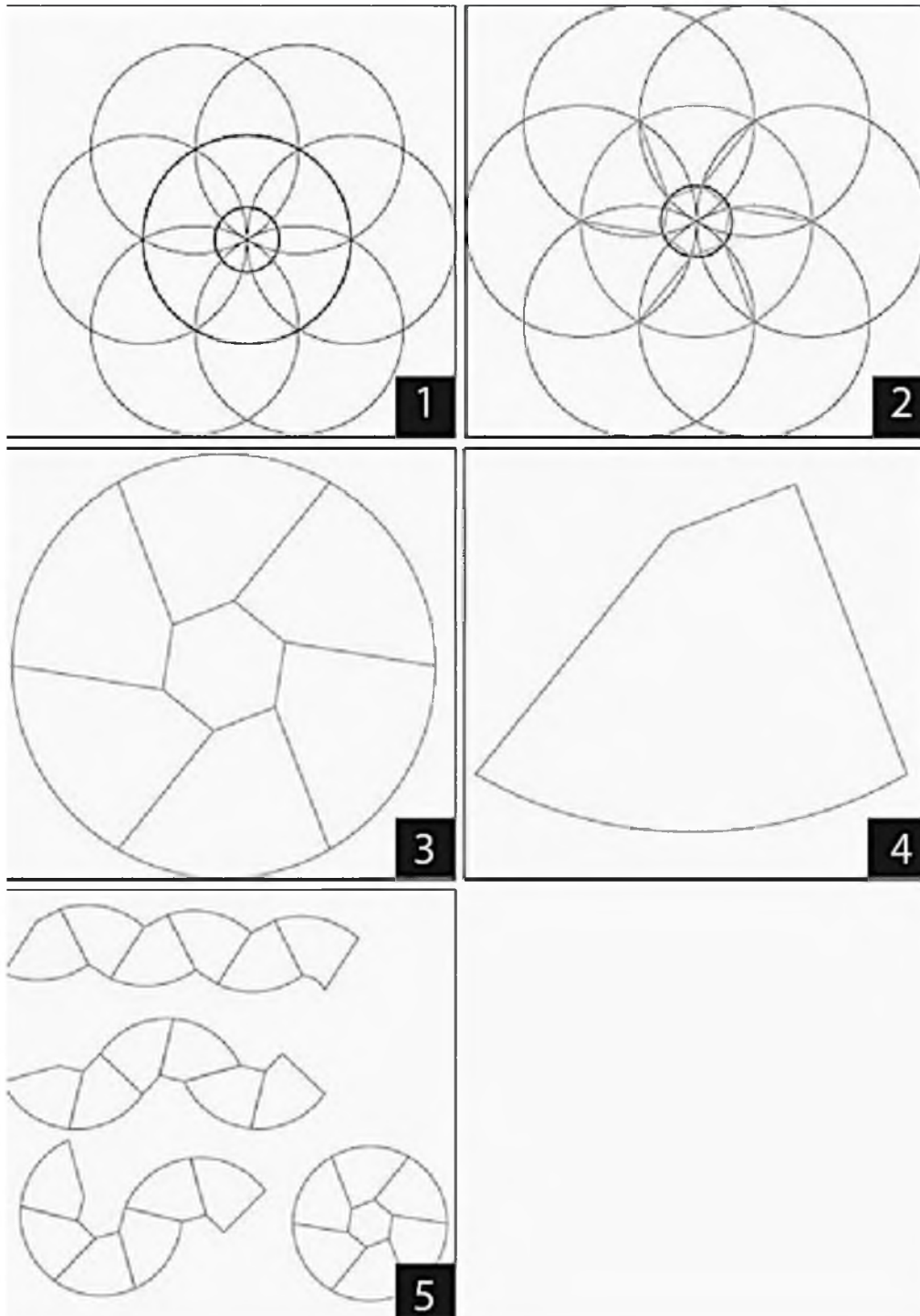


Figura 43 Propuesta C. **1)** Geometrización. **2)** Identificación de grupo de módulos. **3)** Abstracción de grupo de módulos. **4)** Módulo. **5)** Formas de acomodar el modulo.

Fuente:
Propia

Propuesta D (Ver figura 44).

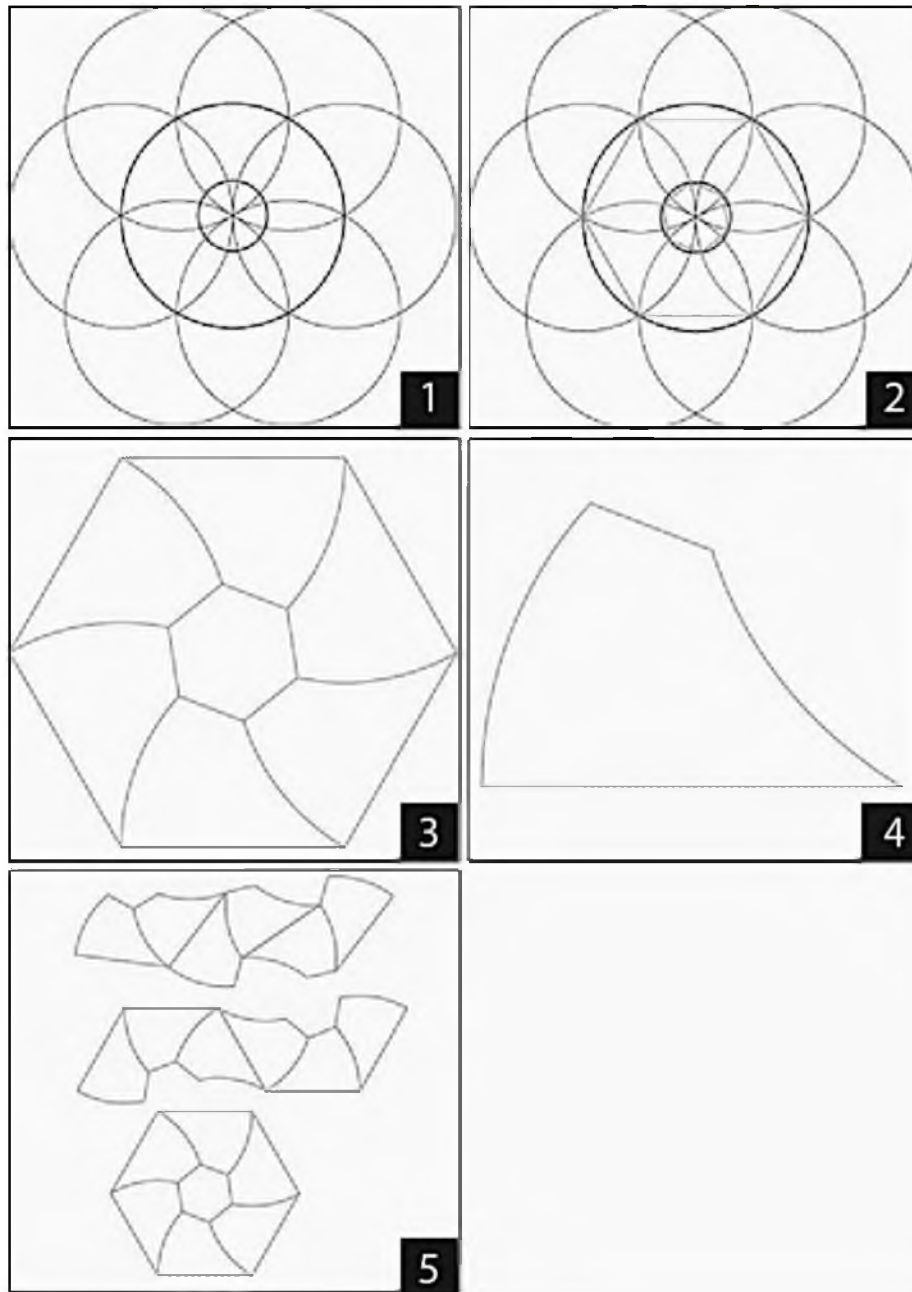


Figura 44 Propuesta D. **1)** Geometrización. **2)** Identificación de grupo de módulos. **3)** Abstracción de grupo de módulos. **4)** Módulo. **5)** Formas de acomodar el modulo.
Fuente:
Propia

Para ésta primera fase. La búsqueda de las 4 propuestas fue llevada a cabo con los mismos procedimientos.

Al finalizar con las cuatro primeras propuestas, se prosiguió a la segunda fase, en donde se eligió la más adecuada. A esta se le hicieron modificaciones, para poder observar si estas eran adecuadas.

Propuesta A1 (Ver figura 45).

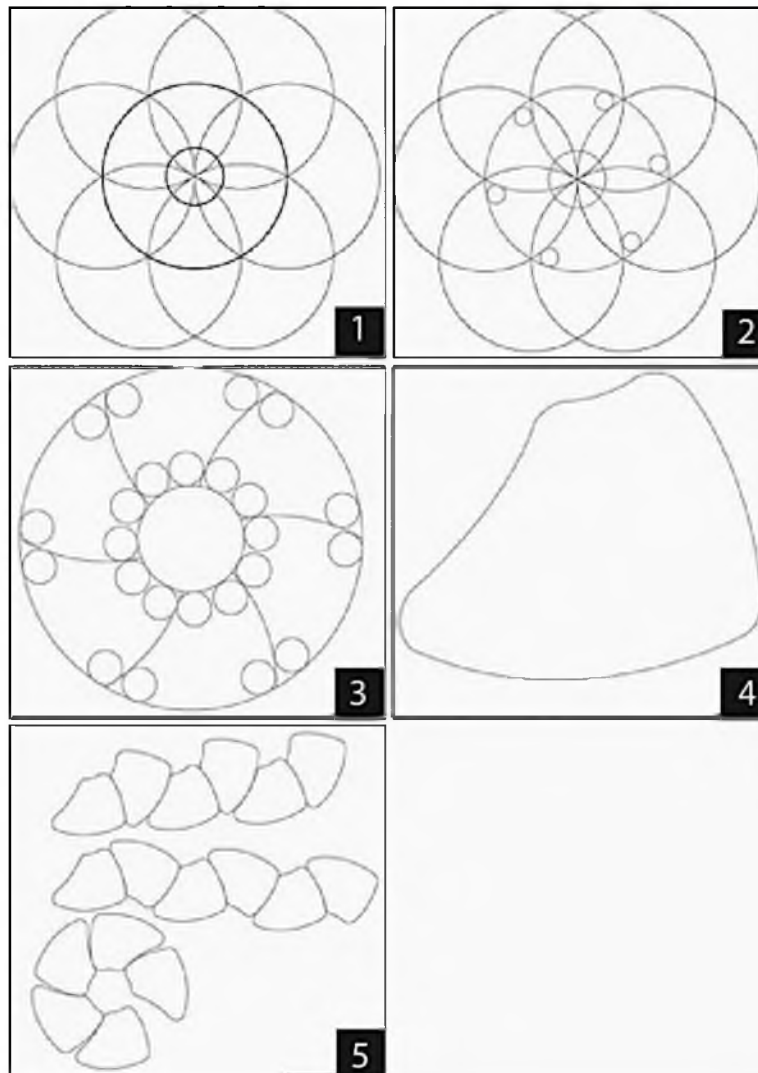


Figura 45 Propuesta A1. **1)** Geometrización. **2)** Identificación de grupo de módulos. **3)** Abstracción de grupo de módulos. **4)** Módulo. **5)** Formas de acomodar el modulo.

Fuente:
Propia

Como se puede observar la gran mayoría de las modificaciones fueron estilizar algunas aristas.

Después de analizar las propuestas se tomó la decisión de nombrar como base para el diseño final la propuesta A, ya que era el que mejor se acomodaba de forma lineal y circular. Se le realizaron modificaciones que facilitarían el uso e incrementara la funcionalidad (Ver figura 46).

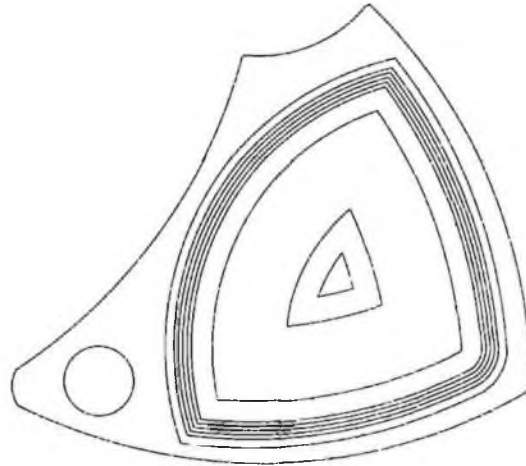


Figura 46 Diseño final.
Fuente:
Propia

Posteriormente se realizó una ilustración rápida hecha con la ayuda del software adobe illustrator para tener una mejor representación (Ver figura 47).

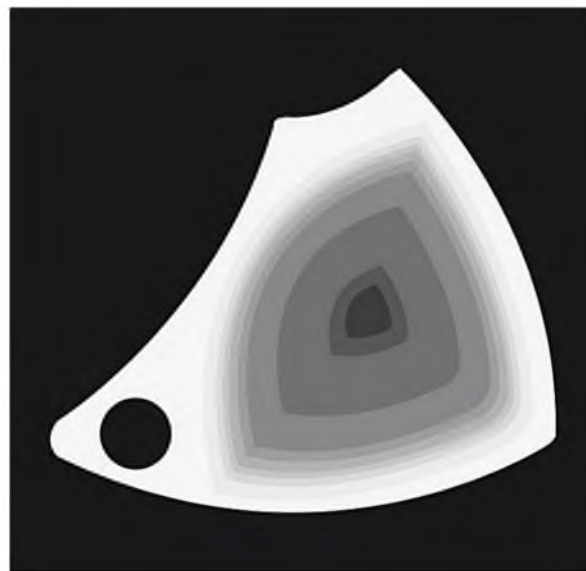


Figura 47 Ilustración diseño final.
Fuente:
Propia

4.2 DISEÑO POR COMPUTADORA

Luego de finalizar con la etapa de bocetaje, se pasó a dimensionar el plato en planos industriales (Ver anexo), considerando las medidas de la distancia personal e íntima que se mencionan anteriormente.

4.3 PROTOTIPOS

El uso de maquetas simplificadas e incompletas de un diseño permite explorar ideas, elaborar necesidades, mejorar las especificaciones de un diseño y probar su funcionalidad (Lidwell William, 2005).

Se llevaron a cabo los tres tipos básicos de creación de prototipos, los cuales se describen a continuación:

- Prototipo de concepto (Ver figura 48): esta maqueta se realizó de papel batería a escala 1:1, lo que se identificó al realizar esta primera maqueta fue que el espacio para el acomodo de los alimentos era muy pequeño, así se tomó la decisión de cambiar las medidas de esta área.



Figura 48 Prototipo de concepto. Las líneas marcan el aumento de área.

Fuente:
Propia

- Prototipo desechable: Elaborado en plástico PLA (Poliácido láctico), se obtuvo con la impresora 3D marca Reprap modelo BCN3D+ (Ver figura 49) en el Laboratorio de Morfogénesis e Ingeniería en Diseño Tridimensional de la Universidad del Papaloapan, se imprimió a escala 1:6 (Ver figura 50).

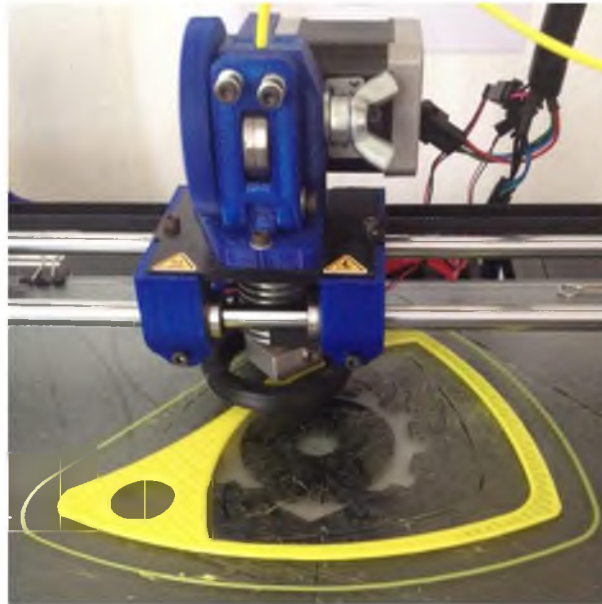


Figura 49 Impresión de prototipo desechable.
Fuente:
Propia



Figura 50 Prototipo desechable.
Fuente:
Propia

- Prototipo evolutivo (Ver figura 51): este modelo se produjo de la misma manera que el prototipo desechable solo que este se realizó a escala 1:5, después de haberlo impreso, se cubrió con una capa de resanador; se agito perfectamente el resanador antes de usarlo en la superficie limpia y seca, se depositó la cantidad necesaria a utilizar para mezclarlo con el 2% de catalizador para resanador automotivo, con una cuña de metal se cubrió la superficie con la mezcla obtenida. Se esperó el secado durante 10 minutos aproximadamente para eliminar los excedentes procurando darle forma al resanador y se prosiguió a lijar hasta tener un acabado adecuado para cubrirle con una capa de pintura acrílica blanca. Todo este proceso se llevó a cabo, ya que la función de este modelo sería servir para la elaboración del molde.

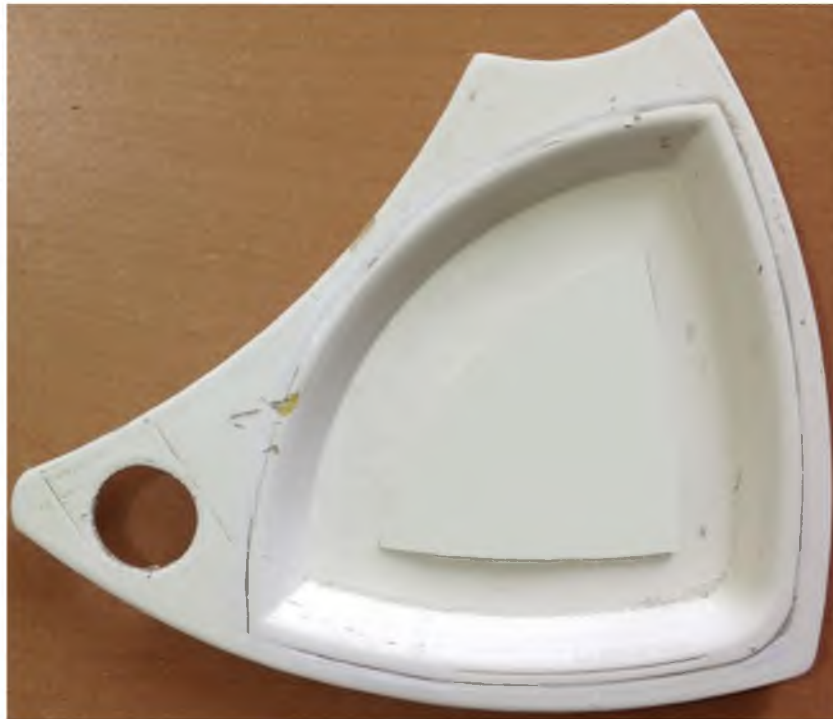


Figura 51 Prototipo evolutivo
Fuente:
Propia

4.4 TRABAJO CON MOLDES

4.4.1 Preparación del modelo para molde

El prototipo elaborado para la realización del molde se colocó dentro de una caja de madera de medidas: 18cm de alto y ancho y 4cm de alto. Al fijarse completamente el plato al fondo de la caja se prosiguió a cubrir el modelo con una capa de vaselina que se empleó como desmoldante. (Ver figura 52):



Figura 52 Preparación del modelo para molde.

Fuente:
Propia

4.4.2 Preparación del yeso cerámico

Para la preparación del yeso cerámico, se midieron 1000g de yeso y 750ml de agua, se tomaron estas medidas ya que se recomienda que por cada 100% de yeso se tome del 60% al 75% de agua.

Posteriormente se hidrato el yeso durante 1 minutos y se procedió a mezclarlo hasta que se convirtiera en una mezcla homogénea.

4.4.3 Vaciado de yeso y desmolde de pieza.

Al tener el yeso preparado, se vació sobre el prototipo hasta llenar la caja (Ver figura 53), se esperaron 20 minutos para poder proceder al desmolde



Figura 53 Vaciado de yeso.
Fuente:
Propia

4.5 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PLATO

4.5.1 Preparación de barbotina

La barbotina se preparó con el mismo método con el cual se elaboró para las muestras de prueba, el procedimiento se menciona en el apartado “Elaboración de la barbotina” en la página 38 (Ver figura 54).

Se pesó 500g de pasta KTD-7, se midieron 200 ml de H_2O y 1.9 mililitros de silicato de sodio el silicato de sodio, este se diluyó en 2.5 mililitros de H_2O . Al tener el silicato de sodio diluido, se colocaron todos los componentes en un recipiente, (el silicato de sodio se le fue agregando poco a poco) se incorporaron perfectamente hasta crear una mezcla homogénea.

Al recipiente en donde se realizó la mezcla se selló y se prosiguió a dejarlo en reposo por 24 horas.



Figura 54 Preparación de barbotina. **1)** Pesando pasta KTD-7. **2)** Midiendo H_2O . **3)** Midiendo Silicato de sodio. **4)** Sellando recipiente con mezcla.
Fuente:
Propia

4.5.2 Vaciado y desmolde

Después de 24 horas de reposo, a la barbotina se le agregó nuevamente una mezcla compuesta por 2 mililitros de H_2O con 0.2 mililitros de silicato de sodio. Se mezcló perfectamente y se prosiguió a vaciar la barbotina dentro del molde. Posteriormente se dejó esta mezcla en el molde solo 2 minutos para obtener el grosor deseado para la pieza y se vertió la mezcla sobrante al recipiente en donde se encontraba, se esperaron 30 minutos para poder desmoldar la pieza de cerámica (Ver figura 55).

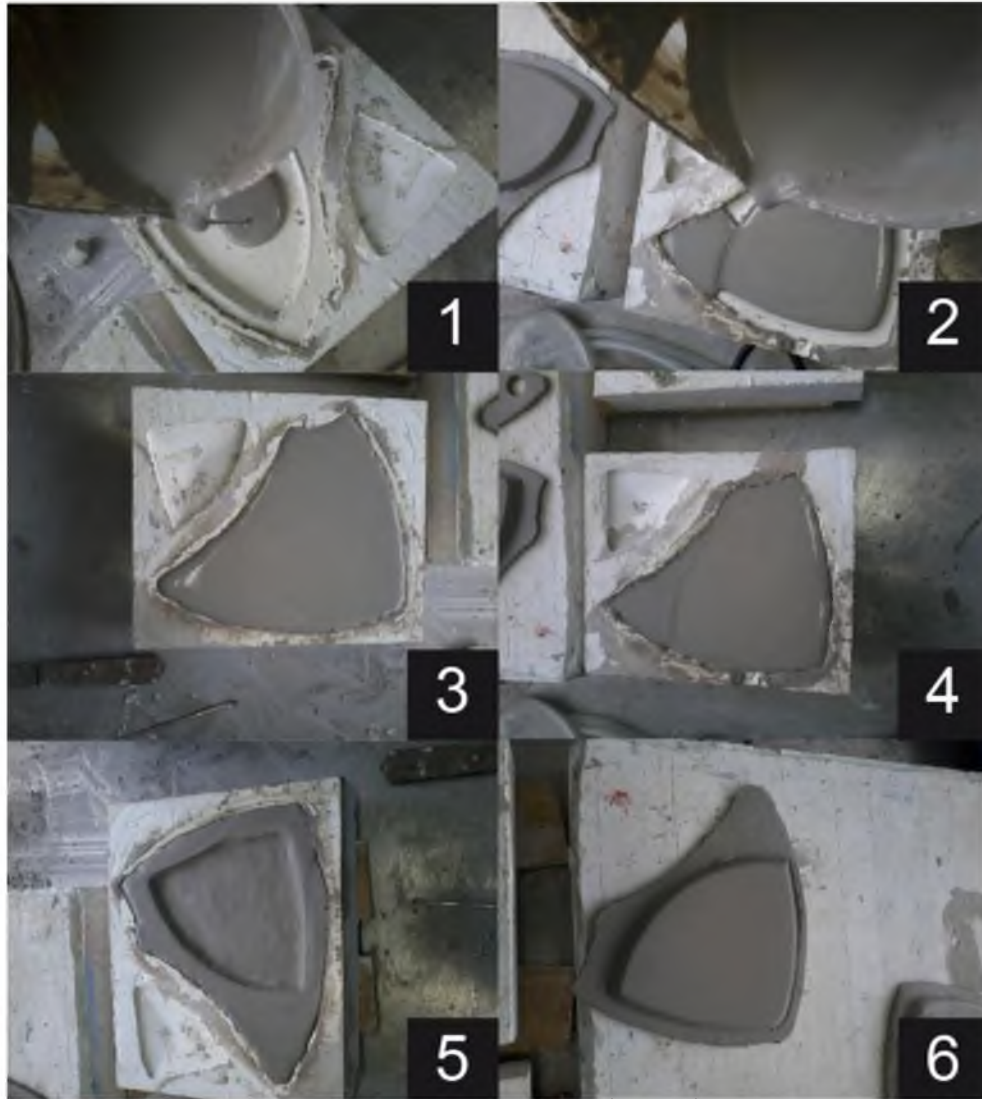


Figura 55 Vaciado y desmolde. 1) y 2) Vaciado de barbotina. 3) y 4) Absorción de humedad. 5) y 6) Desmolde

Fuente:
Propia

4.5.3 Secado

Una vez fuera del molde, se mantuvo a la pieza sobre una placa de yeso para eliminar la humedad de esta. Este proceso se llevó a cabo por una semana para eliminar cualquier rastro de humedad y poder introducirla al horno (Ver figura 56).



Figura 56 Secado
Fuente:
Propia

4.5.4 Cocción antes de esmaltado

Al estar la pieza totalmente seca, se continuo a someterla a un tratamiento térmico, a una temperatura 1000 °C por una hora de permanencia, a una velocidad de calentamiento 10 °C/min en el mismo horno en el que se trataron las losetas para muestra de pruebas (Ver figura 57).



Figura 57 Cocción
Fuente:
Propia

4.5.5 Aplicación de esmalte

Para la aplicación del esmalte antibacterial 20 gramos de esmalte transparente, estos se mezclaron con 0.10 ml de H₂O y 2% (0.40g) de óxido de titanio. Al tener preparado el esmalte, se prosiguió a esmaltar el plato por medio del proceso de inmersión (Ver figura 58).



Figura 58 Esmaltado
Fuente:
Propia

4.5.6 Cocción después de esmaltado

Para finalizar, la pieza se sometió a un último tratamiento térmico: 1000 °C a una sola velocidad de calentamiento 10 °C por minuto (Ver figura 59).



Figura 59 Cocción después del
esmaltado
Fuente:
Propia

PARTE IV

CONCLUSIONES

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y SOLUCION

5.1 CONCLUSIONES

Se finalizó con el diseño de un plato playo que cubre más que las necesidades esenciales de un contenedor de alimentos y se evaluó la eficacia bactericida del producto. Durante todo el proceso se confirmó que el TiO_2 adicionado al esmalte de la cerámica, es adecuado para la elaboración de piezas antibacteriales con contacto directo con los alimentos, con las condiciones óptimas respectivamente: 2% TiO_2 a una temperatura de $1000^{\circ}C$ /1 hora. En la figura 60 se puede apreciar el producto final.



Figura 60 Diferentes vistas del producto final

Fuente:
Propia

5.2 SOLUCIÓN

A continuación se observa la solución para la mineralización de las bacterias en la superficie del plato. Se basa en el lavado usual del recipiente y posteriormente se coloca cerca de un emisor de luz artificial o colocar el plato cerca de una entrada de luz natural (Ver figura 61).



Figura 61 Solución
Fuente:
Propia

REFERENCIAS

Bruguera Jordi. *Manual Práctico de Cerámica*. Editorial OMEGA, (1989).

Callister Jr William D.. *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. Editorial REVERTÉ, (2002).

Chavarria Joaquim. *La Cerámica*. Editorial Watson Guptill, (1999).

Fenollar, L.Cuoghi, Valiente Romero, Apellaniz J., Villar, C., Serra Faubel, V., Ortí Noguera, García Ten J. F., , F. J., ... & Durán, Á. *Revestimientos vítreos con propiedades bactericidas y fungicidas*. MAB, (2013).

Hevia Roberto, Centritto Nicola, Novoes de Oliveira Pedro Antonio, Bernardín Adriana Michel, Durán Alicia. *Introducción a los esmaltes cerámicos*. Editorial CYTED, (2004).

Jaramillo Páez César Augusto. Gonzalo Taborda Ocampo. *Revista Universidad de Caldas, Fotocatálisis: aspectos fundamentales para una buena remoción de contaminantes*. Enero - Diciembre (2006).

Lidwell William. *Principios universales del diseño*. Editorial Barcelona: Blume, (2005).

Mattison Steve. *Guía completa del ceramista. Herramientas, materiales y técnicas*. Editorial BLUME. (2004).

Pelayo Maite. *Vajillas y cuberterías: elección, higiene y mantenimiento*. <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2011/05/26/200812.php>. (2011)

Smith William F.. *Fundamentos de la ciencia en ingeniería de materiales*. Editorial Mc Graw Hill, (1996) Páginas 633 y 635.

Thompson Caroline. http://www.ehowenespanol-salud-del-dioxido-titanio-presente-cremas-piel-lista_127726/. (2011).

Van Vlack Lawrence H.. *Tecnología de materiales*. Editorial Fondo Educativo interamericano, (1984).

Witkowski E.T.F. School of Animal, Plant and Environmental Sciences, University of the Witwatersrand. *Article history: Review African aloe ecology*. May (2012).

Shackelford James F.. *Ciencias de materiales para ingenieros*. Editorial PEARSON, (1998).

Cuoghi Fenollar, L., Romero Valiente, J., Villar Apellaniz, C., Faubel Serra, V., Noguera Ortí, J. F., García Ten, *MAB Revestimientos vítreos con propiedades bactericidas y fungicidas*. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, (2013).

<http://www.absolutelche.com/taller-en-el-escorxador/> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://es.aliexpress.com/w/wholesale-dish-brand.html> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://www.arqhys.com/construccion/macizo-ladrillo.html> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

http://www.bidorbuy.co.za/item/150094249/Aloe_polyphylla_Spiral_Aloe_10_Seed_Pack_Exotic_Lesotho_Succulent_Worldwide_Shipping_NEW.html (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://www.biko.com.mx/comida> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://www.caolin.net/pagina-didactica-sobre-la-arcilla-caolin-ceramica-1.html> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://www.ceramicadeapiai.com.br/> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://www.ceramicatrespiedras.com/cursos/tecnicas/molde-de-yeso-de-2-partes/>
(Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://ceramicdictionary.com/es/e/2345/esmalte-base-g-preparaci%C3%B3n-de-los-platos-jarras-y-tapas> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://www.decototal.com/nota/aldo-bakker-objetos-porcelana-mesa-diseno-organico> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://www.emquedabe.com/2012/07/ponemos-la-mesa/> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

http://images.clasiperu.com/2012/04/22/ceramicas-celima-san-lorenzo-lo-mejor-en-acabados_efcc555_3.jpg (Fecha de consulta: Mayo 2015).

http://www.lareserva.com/home/fibonacci_secuencia_fotos (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<https://materialesdepaloma.wordpress.com/materiales-ceramicos/tipos/> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://www.medciencia.com> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://www.minerasabater.es> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://www.myhomestyle.es/platos/1141-platos-de-papel-lunares-rosa-12ud-sambellina.html> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://quimicoglobal.mx/el-dioxido-de-titanio-ayuda-a-almacenar-energia-de-fuentes-renovables/> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://www.robertoclavijopuyana.nom.co/2009/03/24/puentes-dentales/> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://www.sanlorenzo.com.pe/noticias.aspx?IDNOT=15> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://semanaeconomica.com/tu-imagen-habla/2013/01/14/el-espacio-personal-que-dice-tu-cuerpo/> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://spanish.alibaba.com/product-gs/porcelain-capacitor-bushing-insulator-203258447.html> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://sztrx.win.mofcom.gov.cn/en/plate01/index.asp> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://uppernet.es/menos-es-mas-la-navaja-de-ockham/> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

<http://vivesana.blogspot.mx/2012/04/el-dioxido-de-titanio-ataca-nuestro-adn.html> (Fecha de consulta: Mayo 2015).

ANEXO

1

2

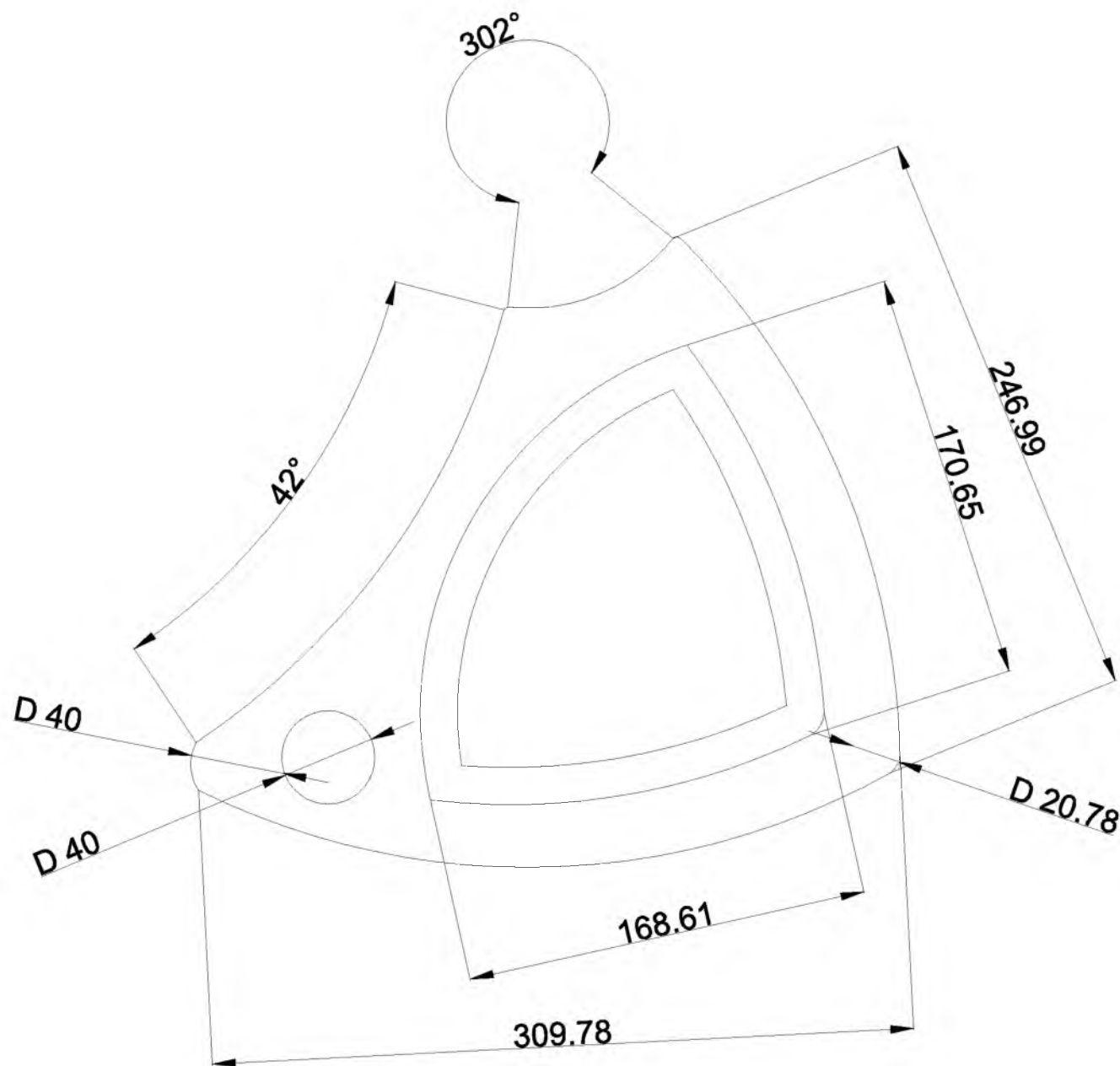
3

4

5

6

A



B

C

Nombre: C. Irais Téllez Montalvo

Fecha: 01/03/15
Esc: 1:4

D

Título: Plato playo de cerámica antibacterial

A4



Vista superior de plato playo de cerámica antibacterial

Cotas: mm.
1/2

1

2

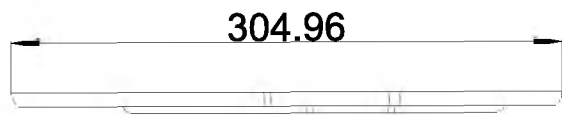
3

4

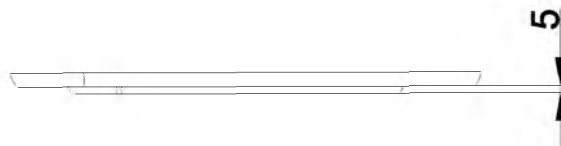
5

6

A

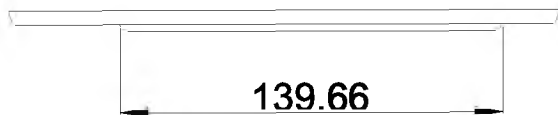


VISTA FRONTAL

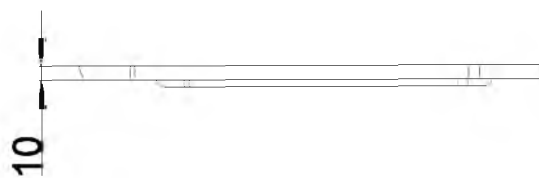


VISTA LATERAL DERECHA

B



VISTA POSTERIOR



VISTA LATERAL IZQUIERDA

C

Nombre: C. Irais Téllez Montalvo

Fecha: 01/03/15
Esc: 1:4

D

Título: Plato playo de cerámica antibacterial



Diferentes vistas del plato playo de cerámica antibacterial

Cotas: mm.
2/2

1

2

3

4

5

6

A



B

C

Nombre: C. Irais Téllez Montalvo

Fecha: 01/03/15
Esc: 1:4

D

Título: Plato playo de cerámica antibacterial

A4



Plano 3D del plato playo de cerámica antibacterial

Cotas:
mm.

1

EL GOBIERNO DEL ESTADO DE OAXACA, LA COORDINACIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR Y SUPERIOR, CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CGEMSSCYT), POR CONDUCTO DEL CONSEJO OAXAQUEÑO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (COCYT), EL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT) Y EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO A TRAVÉS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE OAXACA (ITO), Y EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE OAXACA (ITVO).

OTORGAN

RECONOCIMIENTO

a:

IRAÍS TELLEZ MONTALVO

Por su destacada participación en el "2° Encuentro de Jóvenes Investigadores del Estado de Oaxaca"

Ing. Alberto Sánchez López
Director General del COCYT

COCYT
Consejo Oaxaqueño
de Ciencia y
Tecnología

Oaxaca de Juárez, Oaxaca, 16 de noviembre del 2014

Dr. Juan Cruz Nieto
Director del ITO



Gobierno del Estado de Oaxaca



Consejo Oaxaqueño de Ciencia y Tecnología



Coordinación General de Educación Media Superior y Superior, Ciencia y Tecnología



SEP

