



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA  
A LA FLEXIÓN ENTRE DOS CERÁMICAS  
COMERCIALES Y UNA EXPERIMENTAL.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N O   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

MOISÉS EDUARDO GUZMÁN LERMA

TUTOR: C.D. RODRIGO DANIEL HERNÁNDEZ MEDINA

ASESORA: C.D. NAYELI CALDERÓN NIETO



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

A mis padres y hermanas, que en todo momento de mi vida han estado a mi lado apoyándome, motivándome y fortaleciéndome.

Siempre tendré presentes los esfuerzos y sacrificios que han hecho por ayudarme a llegar a este día, que si bien no es la culminación de mi preparación profesional, si es un punto que marca la diferencia entre ser un estudiante de licenciatura, a ser un cirujano dentista facultado para poder ejercer, y ser autosuficiente.

A mi tutor El Dr. Rodrigo D. Hernández Medina, que me guio y ayudo a preparar esta tesina.

Y a todos mis amigos y compañeros de carrera que influyeron directa o indirectamente en mi camino y preparación para hoy poder presentar esta tesina para obtener el título de Cirujano Dentista.

Por último quiero agradecer al Dr. Gastón Romero Grande y colaboradores.  
Por las atenciones y el apoyo brindado durante el seminario.



---

## INDICE

<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2 ANTECEDENTES.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 HISTORIA GENERAL DE LA CERÁMICA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 DESCUBRIMIENTO E INTRODUCCIÓN EN LA ODONTOLOGÍA.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 DIFERENCIA ENTRE CERÁMICA Y PORCELANA DENTAL.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 TIPOS Y CLASIFICACIÓN DE LAS CERÁMICAS DENTALES.....</b>	<b>14</b>
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN....</b>	<b>24</b>
<b>4. HIPÓTESIS.....</b>	<b>24</b>
<b>5. OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>25</b>
<b>6. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>41</b>
<b>10. ANEXOS ---- NORMAS, PROGRAMA DE COCCIÓN.....</b>	<b>43</b>

# INTRODUCCIÓN

Anteriormente en los tratamientos odontológicos se empleaban materiales que si bien eran funcionales no eran nada estéticos, era necesaria la extensión por prevención y la implicación de tejido sano.

En la actualidad la odontología, a diferencia de las décadas anteriores, esta posibilitada para devolver a los pacientes además de función y fonética, estética al restaurar un órgano dentario a partir de los nuevos materiales de restauración.

De tal forma que las preparaciones para colocar una restauración dental incluso se han vuelto menos invasivas. Ya que las restauraciones estéticas pueden ser cementadas a partir de adhesivos que evitan la necesidad de implicar tejido sano para obtener anclaje. Uno de los materiales con mejor estética, resistencia, y funcionalidad son las porcelanas ó cerámicas dentales. Estas poseen características que permiten mimetizarlas con los dientes naturales, dándoles una apariencia idéntica a los dientes remanentes, o al tejido remanente sobre el cual se colocara una restauración.

Desafortunadamente en la actualidad las cerámicas empleadas por los odontólogos y protesistas dentales son fabricadas en otros países, lo cual eleva el costo tanto para el paciente como para el odontólogo.

La producción y comercialización de una cerámica nacional permitirá disminuir el costo de las restauraciones dentales, Por eso es que surge la necesidad de elaborar un estudio que permita comparar las características mínimas requeridas para que una cerámica dental pueda ser utilizada y comercializada.

# **ANTECEDENTES HISTORIA GENERAL DE LA CERÁMICA.**

## **Historia Primitiva.**

Las primeras noticias que se tienen de la aparición de la cerámica son durante el periodo neolítico, alrededor del año 6.400 antes de nuestra era. Es una cerámica muy rudimentaria hecha a mano que imita la cestería.

En este periodo se encuentran las primeras representaciones de la figura humana, las famosas "venus", representando la fecundidad, tanto humana como de la tierra.

## **Egipto:**

En el antiguo reino de Tebas y Beni-Hassán, se tiene constancia que desde la dinastía IV y V (2600-2350 a.C) se utilizó el torno cerámico. Por sus creencias religiosas, enterraban a sus muertos con todas sus pertenencias terrenales, así como vasos copas platos, collares y objetos de indumentaria.

## **Mesopotamia:**

Las civilizaciones del próximo oriente, Babilonia, Caldea y Asiria, se sitúan en la franja conocida como "creciente fértil", comprendida entre los ríos Tigris y Eúfrates y el Mar Mediterraneo.

Los caldeos-asirios usaron el barro, no solamente para la construcción de vasijas, también para la fabricación de ladrillos con los que construyeron edificios tanto de tipo civil como religioso.

## **Grecia:**

Rodas y Corintio destacan en la producción de cerámica arcaica, llegando a su máxima expresión en la cerámica del siglo V,

decorada con figuras rojas sobre fondo negro. Esta decoración se realizaba aplicando un engobe o pasta coloreada que se aplicaba sobre la pieza en el proceso de secado "dureza de cuero" y posteriormente se serigrafiaban las figuras con un punzón, dejando al descubierto la arcilla original, generalmente roja.

### **Roma:**

Fue la heredera de la civilización griega, mostrándose siempre como un pueblo práctico. No se preocuparon de mejorar ni embellecer la cerámica heredada pero si buscaron una utilidad práctica, por eso la cerámica romana es ordinaria pero con una técnica perfecta Las legiones de Augusto difundieron por todo el imperio la cerámica "sigillata", como útiles de mesa.

### **China Y Japón:**

Las primeras noticias que tenemos de china corresponden al periodo de 618 al 906, donde se encuentran figurillas de una pasta porosa, compacta coloreada y revestida de un barniz que da colores verdes y azules turquesa. Fue con la dinastía Sung cuando dotaron a las pastas compactas de gres y porcelana de un aspecto inconfundible, basándose en la naturaleza propia de la pasta y a los esmaltes vítreos con los que decoraban la ornamentación en bajo relieve, con un color verde que desde entonces se le conoce como verde celadón. Con la dinastía Yuan se unieron el medio y lejano oriente y, la cerámica experimentó un avance sobre todo en el campo de la decoración, pintando en color turquesa, peonías, crisantemos, dragones, aves, nubes, etc. y aunque raramente también la figura humana. Con la dinastía Ming (s.XIV - XVII), se siguieron usando y ampliando los dibujos anteriores sobre porcelanas de fondo blanco y, será con los Chiang, cuando se generalizó el uso de la figura humana en la decoración cerámica, consolidándose unas paletas de tres o cinco colores en la decoración sobre cubierta junto con la monocroma. En el Japón, la cerámica ha ocupado un papel destacado en la vida socio-cultural de este pueblo, con una influencia directa de

China y Corea, por lo que han asimilado todas las técnicas imprimiéndoles un carácter personal.

## **Europa.**

Europa no conoció el secreto de la fabricación de la porcelana hasta el siglo XVIII en el que el alquimista F. Böttger descubrió el secreto del caolín. Desde tiempos de Marco Polo, a través de la ruta de las especias y de la seda, a Europa fueron llegando vasijas que causaban admiración por su resistencia, por su textura, por su transparencia, pero como no sabían fabricarla era unas piezas codiciadas y raras. Muchos intentos hubo de imitar las piezas chinas con las

llamadas "pastas tiernas", en St Cloud, Chantilly Menec y, posteriormente, promovidas por las manufacturas reales de Luis XV, surgieron Vincennes y Sèvres. Al mismo tiempo cobraba importancia Meissen en Alemania. Una vez que se descubre en Europa la porcelana se fabricaron toda suerte de figuras y figurillas, vasijas y ornamentos reflejando claramente el espíritu de la época barroca, llegándose a bautizar este siglo como el "siglo de la porcelana".

## **¿QUE SON?**

Los materiales cerámicos están constituidos por átomos metálicos y no metálicos. Pueden estar ligados por uniones iónicas y/o covalentes y tener estructuras ordenadas (cristalinas) o no ordenadas (vitreas). Este último aspecto (el ordenamiento atómico en su estructura) es de fundamental importancia para el tema por analizar.

La palabra cerámica sirve para referirse a la técnica o el arte de fabricar vasijas y otros objetos de barro o arcilla, mezclando agua con tierra, la consolidación de ese barro o arcilla a la que



se le da forma por moldeado y que para lograr un objeto sólido, se obtiene por medio del calor (cocción).

Este arte y esta técnica nacieron casi con la humanidad, ya que las antiguas civilizaciones muchas veces son reconocidas a partir de objetos cerámicos encontrados en excavaciones y ruinas. Este hecho demuestra también la estabilidad química y física del material que le permite mantenerse a través del tiempo, lo cual está relacionado con la naturaleza de las uniones químicas de la estructura.

Existe un tipo particular de cerámica (en el sentido del arte y la técnica) que se caracteriza por su aspecto más delicado. Se conoce como porcelana y su definición es LOZA (barro fino cocido) fina, transparente, clara y lustrosa.

Las porcelanas constituyen un grupo de materiales cerámicos que se obtienen a partir de tres materias primas fundamentales:

**Caolín** (una arcilla de fórmula aproximada  $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

**Cuarzo** (una forma cristalina de sílice,  $\text{SiO}_2$ ). Y

**Feldespato** (un alúmino-silicato que contiene potasio y sodio que en la forma de feldespato responde a la fórmula  $6\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O}$ ). El feldespato presente en las porcelanas ayuda a formar la fase vítrea (por fusión del feldespato cristalino). Durante la fusión de esas materias primas el cuarzo se disuelve en el vidrio feldespático; sin embargo, pueden encontrarse en la estructura cristales de cuarzo que no llegaron a disolverse.

El caolín, como arcilla permite obtener la masa moldeable en el trabajo y se integra al feldespato al realizar la consolidación térmica o cocción.

Contenidos de caolín superiores al 5% en la masa determinan la aparición de una fase cristalina denominada mullita que tiene un efecto opacador.

En la porcelana tradicional, la que habitualmente se utiliza para los artículos domésticos, coexisten estructuras cristalinas (cuarzo sin disolver, mullita) y amorfas (vidrio feldespático). Esa

estructura también puede ser descrita como un vidrio cerámico (feldespato), con cristales de naturaleza cerámica.

Los cristales pueden ser incorporados durante la fabricación industrial o formarse durante el proceso de fusión (un ejemplo es la formación de los ya mencionados cristales de mullita). La presencia de esos cristales hace que las propiedades de la porcelana difieran del vidrio original sin cristales.

Así, si la estructura es totalmente amorfa (vidrio) puede presentarse transparente (a menos que no esté pulido en su superficie) o que se le incorporen pigmentos que absorban parte de la radiación de luz y otorguen un color determinado).

La porcelana es un tipo de estructura cerámica en la que coexisten un vidrio y cristales. Como estos refractan la luz de manera algo diferente de la del vidrio, el camino que esta recorre se ve afectado. El resultado final es pérdida de transparencia que puede determinar la opacidad o translucidez, según la cantidad y el tipo de cristales presentes y su índice de refracción.

Por otro lado, una estructura cerámica tiene elevada resistencia a la compresión pero escasa resistencia a la atracción, al corte, y especialmente a la flexión (una lámina de vidrio no admite ser flexionada sin fracturarse). La razón para estas características mecánicas está en las imperfecciones o defectos (dislocaciones) que existen en la estructura de todo material. La presencia de dislocaciones modifica el comportamiento mecánico que podría esperarse en una estructura sin ellas.

En materiales como los metálicos, las dislocaciones pueden propagarse al inducir una tensión. Así se puede producir una deformación permanente significativa antes de una fractura. (maleabilidad, ductilidad, tenacidad). En los materiales cerámicos esto no es posible, tanto por la presencia de uniones covalentes que hace difícil desplazarlos o, si existen enlaces iónicos por que estarían acercándose iones de igual carga, que tienden a rechazarse por lo tanto, los materiales cerámicos presentan un comportamiento frágil, donde la fractura se produce en el rango de las deformaciones elásticas.

Las dislocaciones presentes en estos materiales necesitan una tensión elevada para movilizarlas. Esto determina que presenten solo una pequeña ductilidad a elevadas temperaturas.

Se ha comprobado que en los materiales frágiles, los defectos superficiales e internos presentes actúan como concentradores de tensiones, amplificando localmente la tensión externa. En estas zonas habría en consecuencia una ruptura que se propaga hacia las zonas próximas en el material. De ese modo, el valor de la tensión en la punta de la fisura que se inicio en un defecto (poros o rayas superficiales) es superior al de la tensión aplicada. En estas zonas, la propagación de la fisura produce la ruptura prácticamente súbita del material, sin ninguna deformación permanente previa. Se habla de ruptura catastrófica.

La incorporación de cristales en un vidrio hace que la propagación de esos defectos o rajaduras se vea dificultada o detenida. Solo pueden propagarse si son capaces de atravesar o rodear el cristal. Por eso en una porcelana (combinación de vidrio y cristales), la resistencia flexural es superior a la del vidrio que se empleo para producirla. También en este caso el aumento logrado en esa resistencia variará en función de la cantidad y el tipo de cristales incorporados. Cuanto más resistentes (duros) sean estos más difícil será atravesarlos con la dislocación y mayor será la resistencia final.

Para poder obtener una porcelana aceptable, el vidrio y los cristales utilizados deben ser compatibles. El feldespato y el cuarzo son compatibles, y por ello, han sido las bases de las porcelanas más comunes desde que fueron inventadas por los chinos en el siglo II antes de nuestra era. (1)

## **DESCUBRIMIENTO E INTRODUCCIÓN EN LA ODONTOLOGÍA HISTORIA DE LAS PORCELANAS DENTALES**

Durante la edad de piedra, hace más de 10000 años, las porcelanas eran consideradas materiales importantes y fueron por mucho el material más sofisticado. Esa importancia dentro de las sociedades humanas se mantenido desde entonces. Los artesanos de entonces usaban rocas que podían ser talladas para obtener herramientas y objetos mediante un proceso llamado tallado, en el cual se eliminaban las irregularidades de la superficie de la piedra dura de grano fino o de rocas amorfas incluidas sílex, pedernal lava, obsidiana, cuarzo y caliza convertida en sílice. Aproximadamente en el año 700 a.C. los etruscos elaboraban dientes de mármol y hueso que colocaban sobre estructuras de oro. Durante muchos años se utilizaron tanto el hueso de algunos animales como el mármol de los colmillos de hipopótamos o elefantes. Más tarde se emplearon los dientes de humanos extraídos a personas pobres que los vendían o de los cadáveres, aunque esta opción disgustaba a los dentistas de la época.

Para la aplicación dental es conveniente la dureza de la cerámica similar a la del esmalte para minimizar el desgaste resultante de la restauración de cerámica y reducir el daño que al desgaste que pueda ser producido en el esmalte por la misma restauración de cerámica.

La inactividad química es una característica importante porque garantiza que la superficie de las restauraciones dentales no libere elementos dañinos, y reduce el riesgo de que la superficie se ponga áspera y con el tiempo se incremente la susceptibilidad a la adhesión bacteriana. Otros atributos para las cerámicas dentales es su potencial para igualar la apariencia de los dientes naturales y sus propiedades aislantes (baja conductividad térmica y baja conductividad eléctrica).

La primera porcelana usada como material dental fue patentada en 1789 por un dentista francés (De Chemant) en colaboración con un farmacéutico también francés (Du Chateau). El producto una versión mejorada de una pasta de dientes mineral que Du chateau fabrico en 1774, fue introducida en Inglaterra por Chemant poco después. Sin embargo este compuesto cocido no fue usado para fabricar dientes unitarios puesto que no se

conocía en aquella época un modo efectivo de unir el diente a la base de la dentadura.

En 1808, Fonsi, un dentista italiano, invento la porcelana terrometálica para fabricar dientes que eran colocados por medio de un pin o un marco de platino. Planteau un dentista francés introdujo la porcelana para dientes en Estados Unidos en 1817 y Peale, un artista, desarrollo un proceso de cocido para estos dientes cinco años más tarde en Filadelfia. Stockton comenzó la producción comercial de estos dientes en 1825. En Inglaterra Ash realizo una versión mejorada de la porcelana dental en 1837. En Alemania, Plaff, desarrollo una técnica para elaborar impresiones dentales mediante la utilización de yeso de Paris en 1756, pero no fue hasta 1839 cuando la invención de la goma vulcanizada permitió la unión eficaz de los dientes de porcelana a la base de la dentadura. En 1844, el sobrino de Stockton fundo la SS White Company, y esto le permitió un diseño más refinado y la producción en masa de dientes de porcelana para dentaduras. El Dr. Charles Land introdujo una de las primeras coronas cerámicas en odontología en 1903. Land que fue abuelo del aviador Charles Lindbergh, describió una técnica para la fabricación de coronas de porcelana usando una matriz de papel de platino y porcelana feldespática de alta fusión. Estas coronas tenían una estética excelente pero una resistencia a la flexión baja, lo que daba lugar al fracaso en diversas ocasiones. Desde entonces se han utilizado porcelanas feldespáticas con una unión química óptima para las prótesis metal-cerámica durante más de 35 años.

Desgraciadamente, las porcelanas feldespáticas han sido demasiado frágiles para emplearlas en la confección de coronas totalmente cerámicas sin una cofia de metal colado o una lámina metálica como núcleo. Además la contracción de horneado provoca discrepancias significativas en el ajuste y adaptación de los márgenes, a menos que se hagan correcciones.

Dos de los más importantes avances responsables de que las restauraciones de metal-cerámica mantengan una estética excepcional durante largo tiempo así como su supervivencia clínica, son las patentes de Weinstein y Cols (1962). Una de estas patentes describía la fórmula de la porcelana feldespática

que permitía un control sistemático de la temperatura de sinterizado y del coeficiente de expansión térmica. La otra patente describía los componentes que debían usarse para fabricar aleaciones que se unían químicamente y eran térmicamente compatibles con las porcelanas feldespáticas. La primera porcelana comercial fue desarrollada por Vita Zahnfabrik alrededor de 1963. A pesar de que los primeros productos de porcelana Vita eran conocidos por sus propiedades estéticas, la introducción de la porcelana Ceramco, que era más versátil, permitió un mejor comportamiento de la expansión térmica, lo que permitió que esa porcelana fuese usada con una gran variedad de aleaciones.

En 1965 McLean y Hughes dieron a conocer una mejora significativa en la resistencia a la fractura de las coronas de porcelana cuando se usaba un núcleo cerámico de aluminio consistente en una matriz de vidrio que contenía entre un 40 y 50% de su peso en  $Al_2O_3$ . Debido a la traslucidez inadecuada de la porcelana aluminosa que servía como núcleo (apariencia opaca blanco tiza), se requería un recubrimiento o faceta a partir de porcelana feldespática para alcanzar una estética aceptable. La resistencia a la flexión (modulo de ruptura) del material del núcleo era de aproximadamente 131 **MEGA PASCAL** (MPa). Malean (1979) publicó un porcentaje de fractura a los 5 años de tan solo 2% para las coronas anteriores, pero un índice de fractura altísimo en torno al 15% cuando se usaba porcelana aluminosa para las coronas de molares. Además debido a la gran contracción por sinterización (aproximadamente unos 15 al 20%) del material del núcleo a partir de porcelana aluminosa, a su alta temperatura de horneado y al uso de una lámina de platino con grosor de 20 a 25 Mm, era difícil obtener una adaptación marginal excelente, a no ser que los técnicos de laboratorio tuviesen una gran experiencia en la materia. Debido a su relativamente alta probabilidad de fractura en los sectores posteriores, la principal indicación para las coronas de porcelana aluminosa es la rehabilitación del sector anterior maxilar cuando la estética es tremendamente importante, o cuando no hay otra cerámica disponible. (2),(3),(4).

La tecnología de la cerámica dental es una de las áreas de mayor crecimiento de los materiales dentales investigados y desarrollados. Las dos décadas pasadas han visto el desarrollo de los respaldos de las porcelanas para márgenes de la porcelana de yuxtaposición en las coronas de porcelana fundida al metal. El futuro de las cerámicas dentales es prometedor debido a la creciente demanda de restauraciones de color del diente que conduce a una mayor necesidad de restauraciones a base de cerámica y polímero y reduce el uso de amalgama y metales vaciados tradicionales.

## **PORCELANA DENTAL O CERÁMICA DENTAL.**

La porcelana se usa en odontología para construir restauraciones rígidas y prótesis, sola o como recubrimiento de estructuras metálicas (porcelana fundida sobre metal). Se hace referencia a este material con la denominación de porcelana dental o cerámica dental aunque este último término denota la técnica de empleo junto con el material en sí mismo.

La composición básica responde a la descripción realizada antes y puede ser, de modo resumido. Considerada un vidrio con carga reforzadora. La diferencia fundamental entre la porcelana o cerámica dental y la utilizada con otras finalidades, como la porcelana “decorativa” estuvo tradicionalmente dada por la diferencia en el contenido de caolín (arcilla). Esta sustancia (representa más del 50% de la masa en las porcelanas no dentales), permite la manipulación y el modelado pero debido a que genera la ya citada formación de cristales de mullita, determina un resultado final muy opaco. Esta situación que no afecta su uso en la confección de por ejemplo, vajilla, si la hace no compatible con las necesidades de armonía óptica en los trabajos odontológicos.

Las porcelanas dentales contienen escasa o nula cantidad de caolín pero si pigmentos (óxidos metálicos como los de hierro, cobre manganeso cobalto etc.) que otorgan diferentes colores e incluso compuestos que brindan propiedades de fluorescencia

similares a las de las piezas dentarias (habitualmente compuestos de los elementos conocidos como “tierras raras” en la tabla periódica).

Esta diferente composición de las porcelanas dentales determinada por la presencia del feldespato como componente fundamental da origen durante la fusión de los constituyentes a la formación a partir de esa sustancia de un vidrio feldespático y cristales de leucita. Estos tienen un índice refractario similar al de la fase vítrea, por lo que se obtiene adecuada translucidez para el trabajo odontológico.

En la actualidad la cerámica dental o porcelana dental responde a composiciones bastante diversas y puede, por estos motivos, definírsela como un material compuesto por óxidos metálicos que es conformado y luego consolidado por medio de un tratamiento térmico a alta temperatura y en cuya estructura final se diferencian fases amorfas (vidrio) y cristalinas (cristales) y la necesidad de la acción de temperaturas elevadas para su empleo.(2),(3).

## **TIPOS Y CLASIFICACIÓN DE LAS PORCELANAS DENTALES**

**Las cerámicas dentales se clasifican de acuerdo a tres criterios. Temperatura de cocción, composición y método de confección.**

**Clasificación de acuerdo a la temperatura de cocción.**



La necesidad de calor para el empleo ha hecho que tradicionalmente, las porcelanas dentales se hayan clasificado en función de la temperatura a que deben ser llevadas para poder realizar el trabajo (es común hacer referencia a esta temperatura como temperatura de “fusión” aunque el proceso no es realmente una fusión).

Así se acostumbra hablar de porcelanas dentales de:

<b>Alta fusión</b>	alrededor de 1300 °c
<b>Media fusión</b>	1100-1300 °c
<b>Baja fusión</b>	850-1100 °c
<b>Muy baja fusión</b>	850 °

En realidad hoy se utilizan solo las de baja y muy baja fusión en la confección de restauraciones y prótesis. Las de mayor temperatura de fusión se emplean poco actualmente para la fabricación industrial de dientes artificiales.

Los tipos de fusión mediana y alta se usan para producir dientes de dentadura. Las porcelanas de fusión baja y ultrabaja se usan para titanio y aleaciones de titanio por sus coeficientes de baja concentración que se igualan a los de metales y por que las temperaturas de calentamiento bajo reducen el riesgo de crecimiento de óxidos de metales. Sin embargo algunas de estas porcelanas de fusión ultrabaja contienen suficiente leucita para elevar sus coeficientes de contracción térmica tan alto como las porcelanas de fusión baja convencionales.

## **Clasificación de acuerdo a la composición**

### **Porcelana feldespática:**

El feldespato es un material que se encuentra en la naturaleza y es un silicato formado por la mezcla de óxidos de potasio, silicio y aluminio en determinadas proporciones su fusión da lugar al vidrio feldespático y cristales de leucita. Esta estructura tiene

alta translucidez, pero los cristales no tienen un efecto reforzador significativo.

Su resistencia flexural no llega a 100MPa, lo que hace que solo puedan ser utilizadas en restauraciones que no reciban elevados esfuerzos oclusales. Una alternativa es usarla como recubrimiento de otras estructuras cerámicas o metálicas y con la finalidad de combinar sus condiciones mecánicas favorables con las características ópticas de la porcelana feldespática.

### **Porcelana con alto contenido de leucita:**

Si se modifican la composición y el tratamiento térmico empleado en la fabricación se pueden obtener cristales de leucita en cantidad y tamaño adecuados para lograr un mayor refuerzo mecánico en la estructura final.

Así se obtiene un aumento de los valores de resistencia flexural lo que permite realizar restauraciones sometidas a esfuerzos mayores como coronas completas. Como la presencia de esos cristales de leucita quita algo de translucidez a la estructura final, puede recubrirse la confección de una estructura inicial (núcleo o casquete que recubre una preparación dentaria o muñón) y luego recubrirla con una porcelana feldespática común.

### **Porcelana con alúmina:**

Para poder confeccionar coronas en zonas de elevado esfuerzo oclusal, y eventualmente puentes, se hace necesario que la resistencia flexural sea más elevada de lo que puede lograrse con las porcelanas feldespáticas con leucita.

La manera de conseguirlo es incorporando cristales de mayor dureza que sean compatibles con el vidrio y disminuir así las posibilidades de fractura.

Los cristales que reúnen estas características son los de alúmina (óxido de aluminio  $Al_2O_3$ ), que es uno de los minerales de mayor dureza que están en la naturaleza (sigue al diamante en la escala de Mohs de dureza) en la medida que se incorporan esos cristales en cantidades crecientes, una porcelana aumenta

proporcionalmente su resistencia ( la parte cerámica de las bujías de los motores a explosión, que es altamente resistente está construida con una porcelana con muy alto contenido de alúmina).

En odontología hay porcelanas (también denominadas porcelanas alumínicas o aluminosas) con 35,50% y hasta más del 8 % de su masa constituida por cristales de alúmina. Su resistencia flexural puede superarlos 200 MPa e incluso casi llegar a los 500 MPa dependiendo de el contenido de alúmina. En función de ello puede ser utilizada para diversas restauraciones, y las de mayor resistencia para algunos trabajos de prótesis fija.

El inconveniente de la incorporación de cristales de alúmina radica en su índice de refracción de la luz, es completamente diferente al vidrio y por ello, su presencia en la estructura final hace perder translucidez y eventualmente determina opacidad si el contenido d alúmina es elevado.

Como es de imaginarse, esto significa que las porcelanas con alúmina se utilizan para confeccionar núcleos o casquetes que luego son recubiertos total o parcialmente según las necesidades de armonía óptica de la restauración en particular, con una porcelana feldespática compatible, (de similar variación dimensional térmica).

### **Porcelana reforzada con espinela:**

Una variación de este metal es sustituir la alúmina por un óxido tipo espinela de Mg y Al ( $MgAl_2O_4$  ó  $MgO.Al_2O_3$ )  $Al_2O_4$  de esta forma se logra mejorar la translucidez, pero perdiendo algo de resistencia.

### **Porcelana reforzada con circonia:**

Es una porcelana feldespática con fibras o cristales de circonia (óxido de circonio). En la circonia puede generarse una transformación de fase que produce un reordenamiento estructural. Como resultado de ella se logra detener la propagación de las fracturas que se generan en la estructura.

Así por ejemplo el agregado de circonia, estabilizada con itria a la porcelana feldespática convencional produce mejoras en la resistencia a la fractura y a los cambios bruscos de temperatura. Sin embargo, la temperatura de fusión y la translucidez empeoran. También existen porcelanas donde se combinan cristales de circonia y alúmina en su composición.

## **Clasificación de acuerdo al método de procesado.**

### **Sinterizado:**

Es la técnica más frecuente para el trabajo en cerámica dental. Se parte básicamente de un polvo que se convierte en una masa sólida por elevación de temperatura en un horno. Habitualmente se habla de que se lleva la porcelana a su temperatura de fusión, sin embargo debe notarse que solo la superficie de las partículas llega a algo similar a la fusión. Por este motivo el nombre específico para este procedimiento es el de sinterizado.

Al realizar la cocción de la porcelana feldespática el vidrio feldespático que forma parte de la estructura del polvo se ablanda y fluye lo suficiente para formar la coalescencia de sus partículas y la unión de todas ellas entre sí. Este proceso se llama sinterización con fase líquida y se necesita una significativa diferencia entre la temperatura de fusión de las fases que componen el material.

El fabricante provee el material en forma de un polvo. Este se obtiene industrialmente calentando los componentes apropiados previamente molidos.

Por ejemplo en la porcelana común se emplean feldespato (70-85%), cuarzo (10-30%) y pequeñas cantidades de caolín (0-5%) hasta que se alcanza una temperatura a la cual la masa toma un aspecto de líquido de alta viscosidad (las uniones primarias hacen que no sea posible lograr algo muy parecido a un líquido verdadero). De esta manera el cuarzo se mezcla y se disuelve parcialmente en el feldespato y, si existe caolín se produce una

reacción entre él y el feldespato. La masa fundida se enfría rápidamente y se obtiene la frita. Esta se muele junto con los pigmentos y opacificadores, lo que constituye el paso final en la obtención del polvo de porcelana dental.

La frita molida se obtiene en el comercio y quien normalmente la utiliza es el técnico de laboratorio. En realidad y para un producto determinado, se provee un conjunto de recipientes (avío) con polvos con algunas diferencias de importancia en su composición.

Algunos contienen una cantidad suficiente de cristales de alúmina para poder confeccionar con ellos los núcleos o casquetes de mayor resistencia, otros contienen menos o no contiene estos cristales para poder recubrir el núcleo y así obtener las propiedades ópticas requeridas. Estos últimos pueden tener opacificadores para imitar la dentina o en menor cantidad para imitar el esmalte dental.

Incluso se proveen frecuentemente polvos que solo contienen vidrio (feldespato) y pigmentos para confeccionar una pequeña capa superficial sobre la restauración y obtener el aspecto último deseado (se le acostumbra denominar “glaseador”).

Para confeccionar las restauraciones o las prótesis se mezcla el polvo apropiado para cada porción con agua destilada y se obtiene una pasta que se puede modelar. El agua debe ser destilada para que no contenga sustancias extrañas que podrían afectar el color final de la restauración.

A veces se utilizan líquidos orgánicos especiales que permiten obtener una masa de consistencia de más fácil trabajo. Tanto el agua como el líquido especial solo cumplen la función de formar una pasta trabajable, no generan ningún tipo de reacción con el polvo y se eliminan en el momento de la cocción, lo que origina una contracción, que se suma a la que puede producirse como resultado de la consolidación del polvo en una masa compacta.

### **Técnica de montaje o Build Up:**

La masa o pasta así obtenida se lleva con un pincel sobre el modelo de trabajo. En realidad, solo se le lleva directamente al

modelo si este es refractario (que contenga algún tipo de revestimiento) y que le da la facultad de ser colocado en el horno de porcelana.

Si así no fuere, se debe adaptar primeramente sobre el modelo una lámina delgada (unas pocas décimas de milímetro de espesor) conocida como matriz, confeccionada con un material muy maleable y de temperatura de fusión superior a aquella a la que se va a llevar la porcelana al horno. Por lo general se utiliza para ello una lámina o folio de platino, aunque, con algunas porcelanas podría ser de oro. La porcelana se coloca sobre esta lámina y se lleva con ella a la cocción, antes de colocarla en el horno la masa moldeada se somete a una leve vibración para eliminar la mayor cantidad posible de agua o líquido específico. Aunque así se disminuye la contracción, ésta aún tiene una magnitud significativa. La manera de compensarla es realizar la cocción por etapas. Luego de una primera se agrega material y se realiza una segunda y así sucesivamente según sea necesario. Por el aspecto que va tomando la masa después de cada cocción e acostumbra a nombrar bizcochado a cada una de ellas.

El régimen de calentamiento y enfriamiento del horno y la temperatura de cada cocción deben realizarse siguiendo las instrucciones del fabricante, ya que dependen de la composición en particular de cada producto. En la actualidad los hornos para realizar este tipo de trabajo tienen acoplados sistemas que permiten hacer vacío. Así al reinstalar la presión ambiente la masa se compacta y se eliminan los poros, o por lo menos disminuyen su tamaño. La porcelana final resulta más densa y con propiedades ópticas y mecánicas más favorables.

Resumiendo para confeccionar una restauración o prótesis, la porcelana no se coloca en un solo paso, sino que se combinan tres o más polvos con diversa composición (y propiedades finales) y diversos colores y translucidez. El núcleo central se hace con porcelana opaca, y normalmente con alto contenido de alúmina. La mayor parte con polvo "dentina o cuerpo" que es también algo opaco y contribuye a darle color a la restauración. Por último en incisal y en proximal se coloca un polvo más

translúcido, justamente para imitar lo que sucede en un diente natural en esas zonas. Cada capa requiere uno o más cocciones.

Una vez terminado el proceso de sinterizado (una corona por ejemplo requiere aproximadamente tres cocciones), se obtiene la restauración. Para eliminar cualquier rugosidad o porosidad superficial se realiza el glaseado de porcelana. Con él se obtiene una capa externa lisa, brillante e impermeable y la restauración adquiere un aspecto más natural. Este glaseado se obtiene mediante un vidrio de baja fusión aplicado a la última capa.

Otro modo de obtener la superficie lisa y brillante consiste en prolongar un poco más la duración de la cocción final, que hace que el vidrio fluya hacia la superficie del material, el inconveniente de esta técnica es que se puede perder la anatomía previamente obtenida.

### **Cerámica colada:**

La vitrocerámica es provista comercialmente en forma de bloques de vidrio que se funden y cuelan en un molde o cámara de colado confeccionada en un revestimiento específico a partir de un patrón. El vidrio luego se trata térmicamente para convertirlo en una estructura bifásica, por su cristalización parcial.

El bloque cerámico así obtenido se pinta con un vidrio pigmentado (esmalte o glaseador) para obtener las características ópticas finales. También es posible confeccionar un núcleo que luego se recubre con porcelana utilizando la técnica de sinterizado.

### **INYECCIÓN**

Algunas porcelanas (en especial las que tienen alto contenido de leucita) son provistas en forma de bloques (por lo común cilíndricos) que pueden ser ablandados por calor. Con aparatos especiales se logra ese calentamiento y la masa ablandada se inyecta en un molde (cámara de inyección) hecho de un revestimiento a partir de un patrón. De ser necesario la pieza

obtenida se colorea con esmaltes o se recubre con porcelana por sinterizado.

### **INFILTRADO CON VIDRIO**

Para poder conseguir un alto contenido de cristales de alúmina y así, una muy elevada resistencia flexural (casi 500 MPa) puede emplearse una técnica particular.

Por un lado, se suministra un polvo de cristales de alúmina especialmente preparado. Con él se hace una mezcla con un vehículo líquido y se modela un casquete o estructura. No se utiliza para confeccionar toda una restauración ya que por la elevada concentración de cristales de alúmina el resultado final es sumamente opaco. En un horno se logra una parcial sinterización del polvo (unión de las partículas sin llegar a su fusión) con lo que se obtiene un bloque poroso y no muy resistente.

Sobre ese bloque se coloca un polvo de vidrio que al ser fundido en un horno se introduce (se infiltra) en los espacios entre los cristales. Así la estructura que era de una fase (cristales) se transforma en bifásica (cristales y vidrio) y adquiere sus propiedades mecánicas finales,

Luego se procede al recubrimiento con porcelana por sinterizado para obtener la forma y características ópticas finales.

### **TALLADO O TORNEADO**

Con determinados componentes y regulando el tamaño de la fase cristalina, es posible obtener porcelanas que pueden tallarse o tornearse sin que se astillen o fracturen. Para el uso en odontología, estos bloques de porcelana se proveen en distintos tamaños acordes con la restauración que se desee obtener.

El tallado se realiza por medio de tornos y fresas que son dirigidos por medio de un programa computarizado. Las formas en que el software puede establecer la forma son dos.

En uno de ellos esto puede hacerse realizando el diseño en una computadora, a partir de la información que se obtiene “leyendo”



con cámaras y programas que registran y digitalizan la información de las formas existentes directamente de la cavidad bucal de un paciente o de un modelo.

Con la información almacenada se procede a diseñar la forma a obtener en la pantalla de un monitor. El procedimiento se denomina diseño asistido por computadora con siglas CAD (computer aided design).

Concluido el diseño se da la orden para que el programa correspondiente accione el torno; es el torneado o maquinado asistido por computadora o CAM (computer aided manufacturing), CAD-CAM.

Esta técnica de CAD-CAM permite obtener restauraciones de porcelana en pocos minutos y en el mismo ambiente clínico. Otra posibilidad es que, con la ayuda de una computadora y el programa correspondiente, un torno copie la forma de un patrón en un bloque de porcelana. Este procedimiento es similar al que se utiliza para copiar una llave. (2),(3),(4).

### **Propiedades químicas:**

Debe tenerse presente que el vidrio de la estructura de las porcelanas puede ser disuelto con medios químicos apropiados (ej. Ácido fluorhídrico). Esta última característica es útil para producir un grabado de la superficie de la porcelana (excepto en aquellas que tienen muy alto contenido de alúmina arriba de 80%). De esta manera es posible ayudar a adherir materiales de base orgánica (composites) a ella, lo que se aprovecha para fijar las restauraciones a la estructura dentaria o para reparar

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.**

Hoy en día las cerámicas dentales son cada vez más empleadas en la práctica odontológica. Y deben cumplir con altos requisitos de estética, resistencia y funcionalidad, por lo que deben de cubrir valores mínimos exigidos por la norma no. 69 de la ADA (por sus siglas en ingles American Dental Association) <sup>(5)</sup> Y LA NORMA EUROPEA EN ISO 6872 DIC 1998 ICS 11.060.10 <sup>(6)</sup>. (Ambas normas se incluyen en los anexos al final de la bibliografía)

Este material es costoso y el consumo de la cerámica para restauraciones y prótesis dentales tiene la limitación de ser importado. Por lo que al crear una nueva cerámica de origen nacional elaborada en el Laboratorio de Materiales dentales de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México, se planea lograr la reducción de los costos, esta debe ser probada de acuerdo con dichas normas para verificar que cumplan con los valores establecidos por ellas.

## **HIPÓTESIS**

La cerámica desarrollada en este estudio, deberá de cumplir con los requisitos mínimos requeridos por la norma no. 69 de la ADA, respecto a la contracción al sinterizado, y la resistencia a la flexión de las muestras elaboradas de cerámica CERAMCO, IPS DSIGN Y la EXPERIMENTAL.

## **OBJETIVO GENERAL.**

El objetivo general de este estudio es comparar la resistencia a la flexión de las cerámicas comerciales IPS DSIGN, CERAMCO y una cerámica EXPERIMENTAL desarrollada en La Unidad de Estudios Superiores y de Posgrado de la Facultad de Odontología en la Universidad Nacional Autónoma de México.

Este estudio se realizó con base a la norma número 69 de la ADA que indica las especificaciones mínimas requeridas que debe cubrir una cerámica dental.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Evaluar cuantitativamente la contracción de cocción de la cerámica comercial CERAMCO, según la norma no. 69 de la ADA.
2. Evaluar cuantitativamente la contracción de cocción de la cerámica comercial IPS.DSIGN según la norma no. 69 de la ADA.
3. Evaluar cuantitativamente la contracción de cocción de la cerámica Experimental #1, según la norma no. 69 de la ADA.
4. Comparar los valores obtenidos de todas las muestras según la norma no 69 de la ADA.
5. Evaluar la resistencia a la flexión de la cerámica comercial CERAMCO según la norma no. 69 de la ADA.
6. Evaluar la resistencia a la flexión de la cerámica comercial IPSD.SIGN según la norma no. 62 de la ADA.
7. Evaluar la resistencia a la flexión de la cerámica experimental según la norma no. 62 de la ADA.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los materiales necesarios para la elaboración de las muestras que se utilizaron para la prueba a la flexión son:

**Aparatos para mezclado.**

Todos los aparatos para mezclado deben estar limpios y secos.

**Plancha de vidrio o paleta de mezcla.Fig.1**

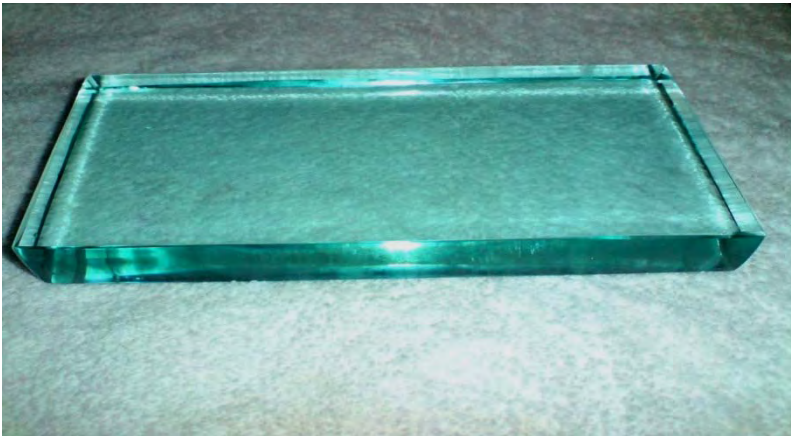


FIG. 1 LOZETA DE VIDRIO

**Espátula para mezcla. Fig. 2**

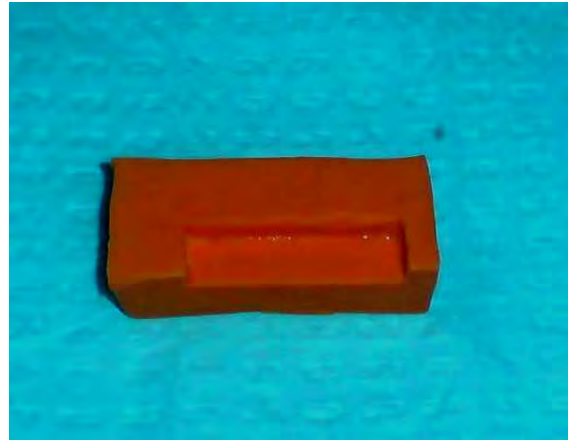


FIG 2 Y ESPÁTULAS PARA CEMENTOS MARCA ARAIN

Hecha de un material que no se abrasione por el polvo de la cerámica dental. Los instrumentos usados para el proceso de mezclado deben estar elaborados con materiales que no contaminen la cerámica dental.

### **Aparatos de condensación y vibrado**

Molde abierto en varias partes desde el cual la muestra condensada puede sacarse sin sufrir ninguna distorsión. Fig. 3 después de ser vibrada para eliminar el exceso de agua.



**FIG. 3 MOLDE ELABORADO CON SILICONA CON APERTURA PARA RETIRAR LA MUESTRA.**

### **Aparatos de cocción**

Se utilizó un horno para porcelana marca Ivoclar Vivadent Programat P80. Fig. 4



**FIG.4 HORNO PARA PORCELANA PROGRAMAT P80 IVOCLAR VIVADENT**

## Aparatos de medición.

Se utilizo un vernier digital para la calibración de las muestras según las especificaciones de las normas ADA no.69 e ISO 6872.  
Fig. 5



FIG. 5 VERNIER DIGITAL MARCA MITUTOYO

## Equipo para la producción de muestras de caras paralelas y planas mediante tallado.

Se empleó una pulidora adecuada con lijas de calibre 500 y 600 para desgastar las irregularidades de la confección y sinterizado de las muestras, para dejarlas paralelas en todas sus caras.

Fig.6



FIG. 6 PULIDORA ADECUADA CON LIJAS E IRRIGACIÓN

## **Máquina para el ensayo de resistencia a la flexión para el método de flexión en tres puntos.**

Con una distancia entre los apoyos que podría ir desde los 12 a los 15mm según la norma # 69 de la ADA, se ajustó a 13mm. la distancia entre los soportes Y con una velocidad de aplicación de la carga de  $(1 \pm .5)$  mm/min. El soporte de la muestra de ensayo debe estar compuesto dos láminas de acero endurecido (o de cerámica reforzada) con los bordes redondeados y un radio de .8 mm. La carga debe aplicarse en el punto medio entre los soportes por medio de una tercera lámina de borde redondeado de un radio de .8mm. Fig.7



**FIG. 7 MAQUINA PARA PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA FLEXION INSTRON 5567**

## **Método de mezclado.**

Se combina el líquido de mezcla con el polvo de cerámica en las proporciones recomendadas por el fabricante. Evitar mezclar fuertemente para evitar que se formen burbujas de aire en la pasta. Durante y después del mezclado examinar el producto para determinar el cumplimiento de acuerdo con los apartados de la norma. FIG. 8





**FIG. 8 MEZCLADO DE LA PORCELANA**

Procedimiento. Una vez que se mezcló la porcelana, se llenó el molde con pasta de cerámica dental y se hizo vibrar. Cuando apareció un exceso de líquido en la superficie libre de la muestra se colocó un papel absorbente en la superficie de la muestra, y se eliminó el exceso de líquido continuamente reemplazando el papel absorbente en cuanto capturó el líquido. Se continuó vibrando y absorbiendo hasta que no salió más líquido, y se niveló la superficie libre de la muestra condensada con un instrumento. Fig. 9, 10 Y 10.1



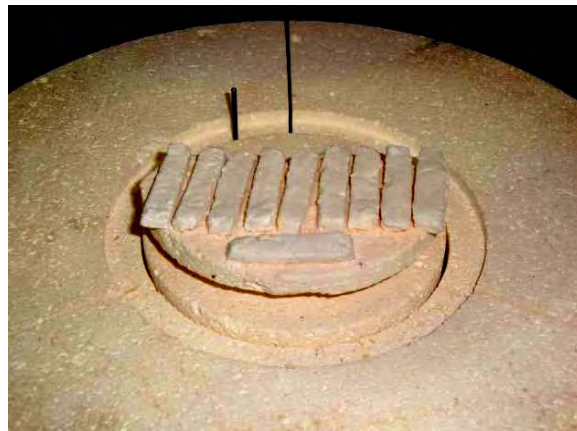
**FIG. 9 INTRODUCCIÓN DE LA CERÁMICA  
AL MOLDE PREFABRICADO.**





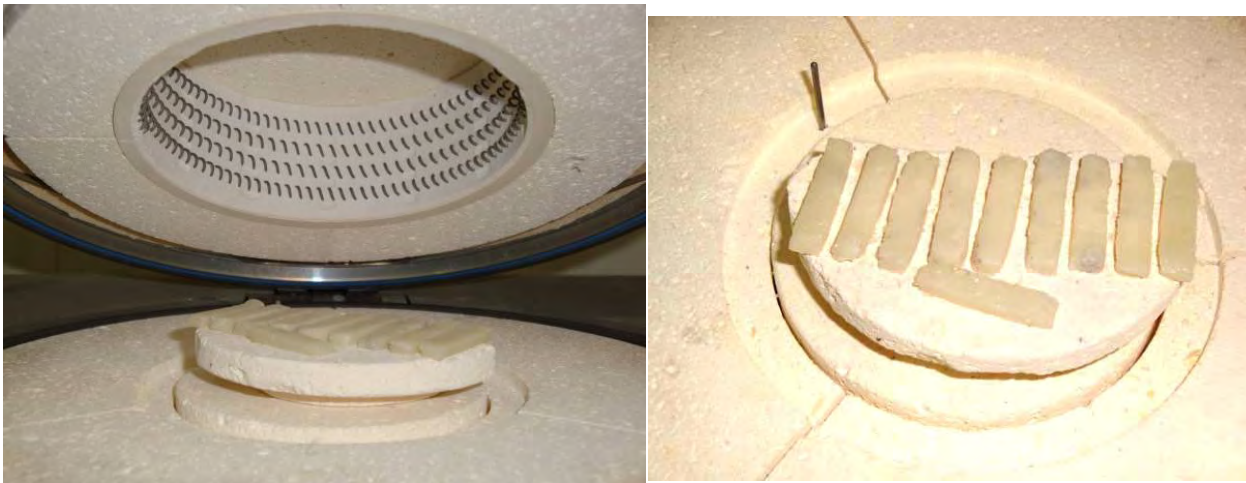
**FIG. 10 Y 10.1 ELIMINACIÓN DEL EXCEDENTE DE LÍQUIDO Y COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS**

Tras eliminar las muestras del molde se midieron con un vernier digital, se colocaron en una bandeja de cocción de forma uniforme y se secaron de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Fig. 11 y 11.1



**FIG.11 y 11.1. RETIADO DE LAS MUESTRAS DE EL MOLDE PARA SU COLOCACIÓN EN LA BANDEJA DE COCCIÓN**

Después del programa de cocción mediante el cual se sinteriza la cerámica se puede observar a simple vista la contracción que tiene la cerámica. Fig.12 y 12.1



**FIG.12 y 12.1. DESPUES DEL CICLO DE COCCIÓN SE APRECIA LA CONTRACCIÓN SUFRIDA POR LAS MUESTRAS.**

Se extrajeron las muestras del horno una vez que este concluyo el ciclo de sinterizado, y se midieron las muestras para cuantificar la contracción por medio de un vernier digital. Fig.13



**FIG.13 MEDICIÓN DE LAS MUESTRAS CON VERNIER DIGITAL**

Por medio de la pulidora adaptada con lijas de calibre 500 y 600, se desgastan las superficies para que queden lisas y paralelas. Fig.14



**FIG.14 MUESTRA DESPUES DEL DESGASTE EN LA PULIDORA**

## Preparación de las muestras de ensayo.

Se prepararon 10 muestras de dimensiones de 20mm x 5mm x 2mm. Se sinterizaron las muestras tanto en condiciones de vacío como en presión atmosférica, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se desbastó cada muestra de modo que se produzca una pieza de ensayo rectangular de  $(4 \pm .25)$ mm de ancho espesor de  $(1.2 \pm .2)$ mm y una longitud mínima de 20mm. Se desbasta con una lija del no. 500 y otra del no. 600. Verificando que las caras opuestas de las piezas de ensayo son planas y paralelas. Se limpian las piezas de ensayo, hasta eliminar los restos del pulido.

Se centraron las piezas de ensayo entre los soportes de la máquina de ensayo para que la carga se aplicara a través de de una cara de 4mm a lo largo de una línea perpendicular al eje largo de la pieza de ensayo, y se determina  $(a \pm .1)$ N la carga requerida para romper la pieza de ensayo. Se utilizó una velocidad de aplicación de la carga de  $(1 \pm .5)$ mm/min. Se repitió el procedimiento con las restantes piezas de ensayo. Fig. 15 y 15.1

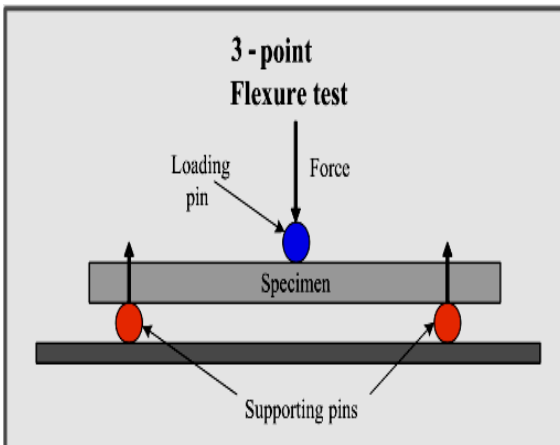
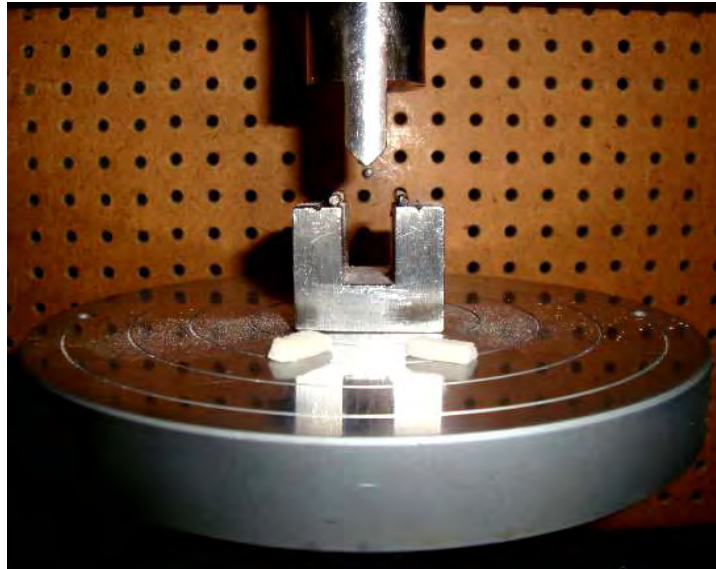


FIG.15 ESQUEMA DE PRUEBA A LA FLEXIÓN DE 3 PUNTOS OBTENIDA DE [http://www.instron.us/wa/applications/test\\_types/f](http://www.instron.us/wa/applications/test_types/f)



FIG.15 .1 MUESTRA DE CERÁMICA COLOCADA EN LA INSTRON.

-Se cuantifico la fuerza necesaria en MPa para romper las muestras ante la flexión. Los resultados se compararon con la tabla 5.4 de la norma no. 69 de la ADA que indica un mínimo de resistencia a la flexión de 50 MPa para esmalte y 55MPa para dentina. (5),(6). Fig.16



**Fig. 16 cerámica fracturada**

## RESULTADOS

Resultados de la prueba a la contracción de la cerámica IPSDSIGN. Se cuantifico y se registro la contracción de cada una de las muestras para después ser comparada con la de las otras dos cerámicas.

	ANCHO INICIAL	ANCHO SINTERIZADO	LARGO INICIAL	LARGO SINTERIZADO	ALTO INICIAL	ALTO SINTERIZADO
PRUEBA 1	7mm	6.41mm	30.5mm	25.58mm	3.4	3.3
PRUEBA 2	6.8mm	6.63mm	30.0mm	25.64mm	3.3	3.1
PRUEBA 3	7mm	6.53mm	29.5mm	25.80mm	3.8	3.5
PRUEBA 4	7.3mm	6.40mm	30.0mm	25.33mm	3.5	3.5
PRUEBA 5	7mm	6.75mm	30.0mm	26.47mm	3.5	3.3
PRUEBA 6	7.4mm	6.71mm	29.5mm	27.31mm	3.9	3.7
PRUEBA 7	7mm	6.47mm	30.5mm	27.31mm	3.5	3.4
PRUEBA 8	7mm	6.39mm	30.0mm	25.33mm	3.5	3.3
PRUEBA 9	7.5mm	6.87mm	29.5mm	26.82mm	3.6	3.4
PRUEBA 10	7mm	6.75mm	30.0mm	26.73mm	3.7	3.5
PROMEDIO	7.8mm	6.59mm	29.95mm	26.23mm	3.27	3.4

Resultados de la prueba a la contracción de la cerámica CERAMCO. Se cuantifico y se registro la contracción de

cada una de las muestras para después ser comparada con la de las otras dos cerámicas.

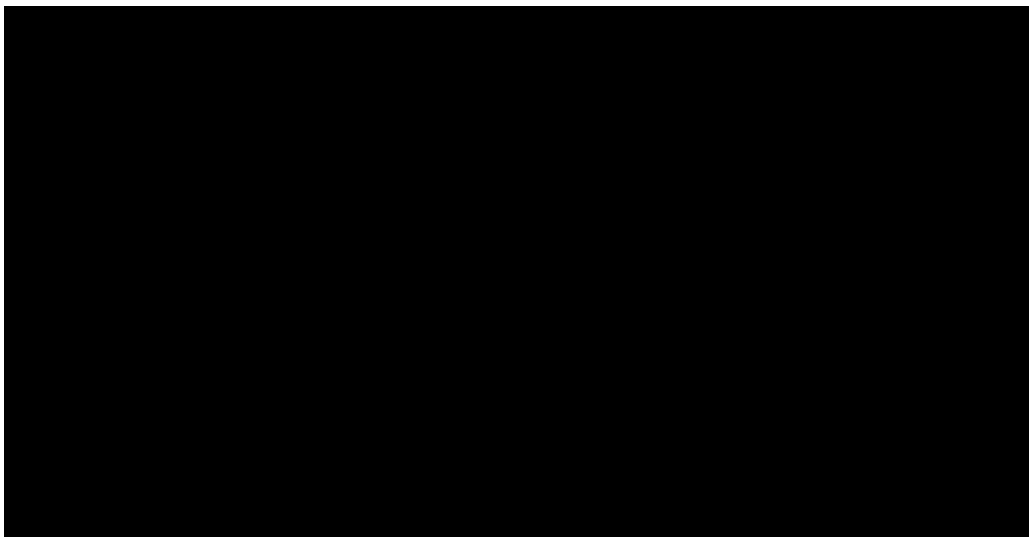
	ANCHO INICIAL	ANCHO SINTERIZADO	LARGO INICIAL	LARGO SINTERIZADO	ALTO INICIAL	ALTO SINTERIZADO
PRUEBA 1	7	6.41	30.5	25.58	3.4	2.96
PRUEBA 2	6.8	6.63	30.0	25.64	3.3	3.16
PRUEBA 3	7	6.53	29.5	25.80	3.3	3.39
PRUEBA 4	7.3	6.40	30.0	25.33	3.5	3.1
PRUEBA 5	7	6.75	30.0	26.47	3.5	3.05
PRUEBA 6	7.4	6.71	29.5	27.31	3.2	3.02
PRUEBA 7	7	6.47	30.5	27.31	3.1	3.09
PRUEBA 8	7	6.39	30.0	25.33	3.2	3.72
PRUEBA 9	7.5	6.87	29.5	26.82	3.1	3.53
PRUEBA 10	7	6.75	30.0	26.73	3.1	3.18
PROMEDIO	7.8	6.59	29.95	26.23	3.27	3.22

Resultados de la prueba a la contracción de la cerámica EXPERIMENTAL. Se cuantifico y se registro la contracción

de cada una de las muestras para después ser comparada con la de las otras dos cerámicas.

	ANCHO INICIAL	ANCHO SINTERIZADO	LARGO INICIAL	LARGO SINTERIZADO	ALTO INICIAL	ALTO SINTERIZADO
PRUEBA 1	7	6.75	30.5	26.31	3.4	2.93
PRUEBA 2	6.9	6.98	30	25.5	3.3	3.02
PRUEBA 3	7	6.85	29.5	26	3.3	2.84
PRUEBA 4	7	6.94	30	26.25	3.5	3.16
PRUEBA 5	7	6.39	30	25.86	3.5	2.97
PRUEBA 6	6.8	6.85	29.5	26.57	3.2	3.09
PRUEBA 7	7	6.56	30.5	26.26	3.1	2.87
PRUEBA 8	7	6.45	30	25.83	3.2	2.99
PRUEBA 9	7.2	6.81	29.5	25.44	3.1	2.69
PRUEBA 10	7	7.12	30	23.38	3.1	2.35
PROMEDIO	6.99	6.77	29.95	25.74	3.27	2.891

GRÁFICA DE COMPARACIÓN DE LA CONTRACCIÓN POR SINTERIZADO EN LAS TRES CERÁMICAS.



**PORCENTAJE CONTRACCION IPSDSIGN**

PORCENTAJES	ANCHO	LARGO	ALTO



	<b>0.51%</b>	<b>7.85%</b>	<b>0.11%</b>
--	--------------	--------------	--------------

### **PORCENTAJE DE CONTRACCIÓN CERAMCO**

<b>PORCENTAJES</b>	<b>ANCHO</b>	<b>LARGO</b>	<b>ALTO</b>
	<b>0.51%</b>	<b>7.85%</b>	<b>0.1%</b>

### **PORCENTAJE CONTRACCIÓN EXPERIMENTAL**

<b>POCRENTAJES</b>	<b>ANCHO</b>	<b>LARGO</b>	<b>ALTO</b>
	<b>0.47%</b>	<b>7.7%</b>	<b>0.09%</b>

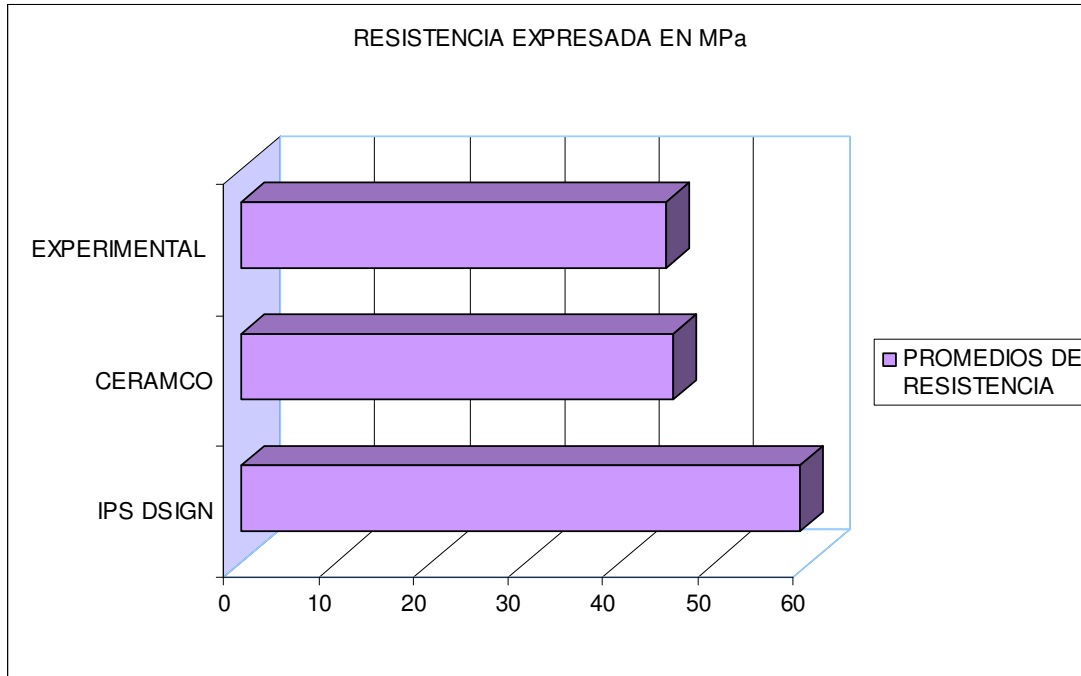
### **Pruebas a la flexión**

Se colocaron las 30 muestras en la máquina Instron para aplicar la prueba a la flexión hasta que cada muestra fue fracturada. Fig. 16



**FIG. 16 RESTOS DE LAS PORCELANAS DESPUES DE LA PRUEBA**

**GRÁFICA DE VALORES DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LAS CERÁMICAS IPSDSIGN, CERAMCO Y EXPERIMENTAL.**



**Los resultados obtenidos de la máquina INSTRON muestran lo siguiente:**

**La cerámica IPS DSIGN presentó una resistencia a la flexión promedio de 58.97 MPa.**

**La cerámica CERAMCO presentó una resistencia a la flexión promedio de 45.68 MPa.**

**La cerámica EXPERIMENTAL presentó una resistencia a la flexión promedio de 44.97 MPa.**

## CONCLUSIONES

### **Pruebas de contracción.**

En las pruebas de contracción realizadas a los tres tipos de cerámica, los tres tipos presentaron un índice de contracción a la cocción o sinterizado similar. Los resultados obtenidos en las pruebas de contracción de los tres tipos de cerámicas están dentro de los requerimientos de la norma #69 de la ADA que especifica que la contracción máxima no debe exceder un 16% en cualquier dirección. (5)

### **Pruebas a la flexión.**

Las pruebas a la flexión realizadas a dos cerámicas comerciales de marca IPS DSIGN, CERAMCO, y a una cerámica EXPERIMENTAL, presentaron los siguientes datos:

La cerámica IPS DSIGN Presentó una resistencia a la flexión dentro del requerimiento mínimo que marca la norma número 69 de la ADA, que es de 50 Mpa. Para esmalte.

Con la cerámica CERAMCO se registro una resistencia a la flexión por debajo del requerimiento mínimo que marca la norma número 69 de la ADA.

Y por último la cerámica EXPERIMENTAL Presentó una resistencia a la flexión por debajo del requerimiento mínimo que marca la norma número 69 de la ADA. (5)

Por lo cual este estudio determina que la cerámica experimental no cubre al 100% los requisitos mínimos requeridos por la norma #69 de la ADA, con respecto a las pruebas realizadas de resistencia a la flexión.

Aunque la resistencia a la flexión de la cerámica CERAMCO fue similar a la de la cerámica experimental se continuara realizando pruebas con la cerámica experimental con una temperatura de cocción mayor para determinar si eso puede incrementar su resistencia a la flexión.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.-Carrascosa B .  
Iniciación a la conservación y restauración de objetos cerámicos  
1ra edición Valencia, editorial Univ. Politéc. 2006
- 2.-Kenneth J. Anusavice, Ralph W. Phillips  
La Ciencia de los Materiales Dentales  
10° edición Mc GrawHill Interamericana 1998
- 3.- Macchi R.L  
Materiales Dentales  
4ta edición Publicado por Editorial Médica Panamericana. 2007
- 4.-Cova J.L.  
Biomateriales Dentales  
1ra edición Publicado por Actualidades Médico Odontológicas 2004
- 5.- AMERICAN NATIONAL STANDARD/AMERICAN DENTAL ASSOCIATION  
ESPECIFICATION NO. 69 1991
- 6.- NORMA EUROPEA ISO 6872 PARA CERÁMICA DENTAL.  
1995 AL 1997.
- 7- Hulbert S. F., Hench L. L., Forbers D., Bowman L. S.  
History of bioceramics *edic. 4 Vol. 8*  
*Ceramics International, October-December 1982,*
- 8- Kenneth J. Anusavice, Ralph W. Phillips  
La Ciencia de los materiales dentales  
Edición: 11 Publicado por Elsevier España, 2004
- 9.- Banijamali S., Eftekhari B., Rezaie V.K.  
Crystallization and sintering characteristics of Cao-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO  
glasses in the presence of TiO<sub>2</sub> CaF<sub>2</sub> and ZrO<sub>2</sub>  
Thermochimica Acta , vol 488 Issues 1-2,5 May 2009.
- 10.-Chen Y. Yip K., Sung W.  
Translucency and biaxial flexural strenght of tour ceramic core  
materials.  
Dental Materials vol. 24 Issue 11. 2007

## **Referencias.**

1 Iniciación a la conservación y restauración de objetos cerámicos

Escrito por Begoña Carrascosa Moliner

Publicado por Ed. Univ. Politéc. Valencia, 2006

Pags. 39-69

2 La Ciencia de los Materiales Dentales de Phillips

Escrito por Kenneth J. Anusavice, Ralph W. Phillips

10ª edición Mc GrawHill Interamericana.

Pags. 655-714

3 Materiales Dentales

Escrito por Ricardo Luis Macchi

4ta edición Publicado por Editorial Médica Panamericana.

Pags. 309-318

4 Cova J.L.

Biomateriales Dentales

1ra edición Publicado por Actualidades Médico Odontológicas 169- 180

5 AMERICAN NATIONAL STANDARD/AMERICAN DENTAL ASSOCIATION

ESPECIFICACION NO. 69 1991

6 NORMA EUROPEA ISO 6872 PARA CERÁMICA DENTAL.

1995 AL 1997.

## **ANEXOS**

### **NORMA no. 69 de la ADA.**

Las porcelanas o cerámicas dentales se encuentran reguladas por la Norma #69 de la "AMERICAN NATIONAL STANDARD/AMERICAN DENTAL ASSOCIATION" (ADA) que indica las especificaciones de la porcelana así como; especificación de materiales, propiedad física, propiedad química, ensayo preparación de muestra, marcado, código de colores, embalaje etiquetado e instrucciones de uso.

La especificación No. 69 de la ADA referente a la cerámica dental ha sido aprobada por la junta de materiales dentales, instrumentos y equipos dentales. Esta junta ha adoptado las especificaciones, mostrando reconocimiento profesional a su importancia de uso en odontología, y lo ha validado también ante el American National Standards Institute, con la recomendación de ser aprobada dentro de los American National Standards.

La aprobación de de las especificaciones de la ADA con No. de registro 69 como una norma de la American National Standards ocurrió el 10 de Mayo de 1991. Y fue efectivo a partir de mayo 10 de 1992.

## **INTRODUCCIÓN**

Esta norma internacional no incluye requisitos cualitativos ni cuantitativos específicos relativos a la ausencia de riesgos biológicos, pero se recomienda que, para realizar la evaluación de posibles riesgos biológicos y tóxicos, se haga referencia a la Norma ISO 10993-1:1992 "Evaluación biológica de productos sanitarios. Parte I: Evaluación y ensayos" o al informe ISO/TR 7405:1984 "Evaluación

biológica de productos sanitarios usados en odontología", o a cualquier edición más reciente de las mismas.

## **1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma internacional especifica los requisitos y los correspondientes métodos de ensayo para los materiales de cerámica dental de todas las restauraciones fijas de cerámica.

## **2 NORMAS PARA CONSULTA**

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma internacional. En el momento de la publicación las ediciones indicadas estaban en vigor. Toda norma está sujeta a revisión por lo que los planes que basen sus acuerdos en esta norma internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las normas indicadas a continuación. Los miembros de CEI y de ISO poseen el registro de las normas internacionales en vigor en cada momento.

*ISO 36%: 1987 -Agua para uso en análisis de laboratorio. Especificación y métodos de ensayo. ISO 4799:1978 - Cristalería de laboratorio. Condensadora.*

## **3 DEFINICIONES**

Para los propósitos de esta norma internacional se aplicarán las siguientes definiciones:

**3.1 Cerámica dental para cocción al aire:** Cerámica dental que se cuece bajo presión atmosférica ambiental.

**3.2 Lote:** Cantidad definida del material inicial, de material de envasado o producto procesado en un proceso o serie de procesos de modo que el material que se obtiene sea homogéneo.

**3.3 Cerámica dental colada:** Cerámica dental especialmente preparada para ser colada usando la técnica de la cera perdida.

**3.4 Clases de cerámica dental:** Gasificación de la cerámica dental en función del uso al que esté destinada.

**3.5 Condensación de la cerámica dental:** Cualquier proceso por el cual la cerámica dental se compacta antes de su cocción.

**3.6 Cerámica dental con núcleo:** Cerámica dental que proporciona un soporte para utilizarse como base de una restauración de cerámica dental.

**3.7 Cerámica dental:** Material especialmente preparado para la fabricación de prótesis y para las restauraciones cerámicas.

**3.8 Colorante cerámico:** Cerámica dental altamente coloreada, utilizada para simular detalles de color y/o aspecto de modo que una prótesis o una restauración cerámica se asemeje al diente natural.

**3.9 Cerámica dental dentinal:** Cerámica dental pigmentada ligeramente translúcida, utilizada para lograr la forma y el color básico de una restauración o de una prótesis de cerámica.

**3.10 Cerámica dental para esmalte:** Cerámica dental translúcida y ligeramente pigmentada, para ser usada sobre una base o núcleo de cerámica dentinal para simular el esmalte natural del diente.

**3.11 Vitro cerámica:** Producto parcialmente cristalino cuya microestructura final se obtiene mediante la cristalización controlada de un vidrio.



**3.12 Cerámica dental vitro-infiltrada:** Cerámica dental inicialmente sintetizada, es decir, porosa y posteriormente infiltrada con vidrio.

**3.13 Cerámica dental inyectable:** Tipo de cerámica dental, especialmente preparada para ser inyectada, en estado fundido, en un molde.

**3.14 Glaseado medio:** Aspecto de la superficie obtenido cuando el glaseado es clínica y estéticamente aceptable.

**3.15 Fluido para modelado:** Líquido (diferente del agua) con el cual se debe mezclar la cerámica dental previo a su condensación.

**3.16 Sinterización de la cerámica:** Acto ó proceso de calentamiento a una temperatura predeterminada del polvo fino de cerámica, con el fin de obtener su densificación y unión.

**3.17 Cerámica dental para cocción al vacío.** Cerámica dental formulada para ser fundida a una presión inferior a la presión atmosférica.

## **4 TIPOS, CLASES Y SU IDENTIFICACIÓN**

Las cerámicas dentales se clasifican en dos tipos. El tipo I incluye productos cerámicos que se suministran en forma de polvo: el tipo 11 incluye todas las otras formas de cerámica dental. Las cerámicas deben dividirse en clases de acuerdo con el uso al que estén destinadas. Si se añade colorante al polvo de cerámica para identificar la clase de polvo, se recomienda el código de color de la tabla 1.

Las cerámicas tipo I, clase I se usan para confeccionar estructuras de soporte para coronas, carillas, inlays y onlays, refiriendo así a materiales que se pueden utilizar en capas junto con cualquiera de los materiales de cerámica

del tipo I, clases 2 a 8. Las cerámicas tipo II, clase 2 se usan para la construcción de coronas, inlays y onlays.

## **5 REQUISITOS**

### **5.1 Uniformidad**

Los pigmentos inorgánicos utilizados para dar el color en una cerámica dental de cocción así como los demás colorantes deben dispensarse de forma uniforme a través de la cerámica dental, y en los productos de cerámica en polvo no debe existir disgregación de pigmentos cuando se mezcla el polvo como se describe en el apartado 8.1.3. Se efectúa un examen por inspección visual (véase el capítulo 7).

### **5.2 Ausencia de materias extrañas**

5.2.1 Los materiales de cerámica dental, tanto en forma de polvo como sin polvo, deben encontrarse libres de materias extrañas, al ser examinados por inspección visual (véase el capítulo 7).

5.2.2 Los materiales de cerámica dental no deben tener una concentración de actividad superior a  $1.0 \text{ Bq.g}^{-1}$  de uranio-238. El ensayo se realizará de acuerdo con el apartado H.2.

### **5.3 Propiedades de mezclado y condensación de las cerámicas del tipo I**

Cuando se mezcla como se describe en el apartado 8.1.3 un polvo de cerámica dental, con agua o con fluido de modelado recomendado por el fabricante, no deberá formar grumos o gránulos al ser examinados por inspección visual (véase el capítulo 7).

La pasta así formada debe ser apropiada para la fabricación, mediante condensación de capas sucesivas, de coronas de porcelana, inlays y onlays. Cuando se condensa la pasta como se describe en el apartado 8.1.4, no deberá agrietarse o desmoronarse, durante el ciclo de secado

recomendado por el fabricante. Verificar por inspección visual (véase el capítulo 7).

#### **5.4 Propiedades físicas y químicas**

Las propiedades físicas y químicas de las muestras de los ensayos de cerámica ensayadas de acuerdo con los métodos relevantes, detalladas para los diversos tipos de cerámica del capítulo 8. Deberán cumplir los requisitos especificados en la tabla 2.4

<b>PROPIEDAD</b>	<b>NUCLEO</b>	<b>DENTINA</b>	<b>ESMALTE</b>
Contracción %max.	16	16	16
Resistencia a la flexión	100	55	50
Solubilidad química %	.5	.5	.5
Resistencia a pigmentación	Nil	Nil	Nil

#### **5.5 Biocompatibilidad**

Véase la introducción para los requisitos de biocompatibilidad.

#### **Tabla 1 Colores de los materiales de cerámica en polvo, tipo I**

Clase	Material	Código de color
1 2 3 4 5 6 7 8	Cerámica con núcleo Cerámica - dentina del cuerpo Cerámica esmalte Cuello Transparente Colorantes Material añadido Material de glaseado	Amarillo o ninguno Rosa Azul Verde Ninguno Ninguno Ninguno Ninguno

## Tabla 2 Propiedades físicas y químicas

Propiedades	Requisitos				
	(1)	Clase tipo	1	Clase 2	tipo U
Resistencia a la flexión. MPa. min.	100	50	-	100	W
Solubilidad química: pérdida en masa, % cm <sup>2</sup> . max.	2 (XX)	100	100	200	UX)

## MUESTREO

Se Toma la cantidad de cerámica suficiente para llevar a cabo los ensayos necesarios. Donde hay más de un tono en una clase de cerámica dental, se toman cantidades iguales de cada tono.

Se deben obtener las cantidades suficientes de los fluidos para modelado esenciales si los fabricantes recomiendan su uso. Las cantidades empleadas deben ser las recomendadas por los fabricantes. Si los tonos de una clase de cerámica dental cumplen el apartado 4. 5.1 y 5.2.1, se forma una masa común de polvo de estos materiales tomando muestras

de igual masa de cada tono, tomando una muestra similar del interior por medio de un instrumento adecuado. La masa total de este conjunto de polvo debe ser la suficiente para llevar a cabo los ensayos.

## **6.2 Cerámicas de tipo II**

Todo el material seleccionado para la realización de estos ensayos debe proceder del mismo lote.

## **7 INSPECCIÓN**

Se emplea la inspección visual para asegurar el cumplimiento de cada muestra, tomada de acuerdo con el capítulo 6, el apartado 4, 5.1, 5.11, y 5.3.

## **8 MÉTODOS DE ENSAYO**

### **8.1 Preparación de las muestras de ensayo**

Para las instrucciones detalladas, véanse los métodos de ensayo individuales.

Para las muestras del tipo I y a no ser que se especifique lo contrario o sea inconsistente con el texto, utilizar el aparato que se describe en los apartados 8.1.2 y 8.1.4.1 y las condiciones de mezclado, condensación y cocción para todos los métodos de ensayo.

8.1.1 Componentes de las muestras, en las cerámicas del tipo I. El líquido usado en la preparación de las muestras de ensayo deberá ser agua que cumpla los requisitos para agua Grado 3 de la Norma ISO 36%, o cuando sea aplicable, el fluido de modelado recomendado por el fabricante del polvo de cerámica dental. La cantidad requerida de polvo deberá tomarse de la masa común correspondiente obtenida según se describe en el apartado 6.1.

- 8.1.2 Aparato para mezclado. Todos los aparatos para mezclado deben estar limpios y secos.
- 8.1.2.1 Plancha de vidrio o paleta de mezcla.
- 8.1.2.2 Espátula para mezcla, hecha de un material que no se abrase por el polvo de la cerámica dental. Los instrumentos usados para el proceso de mezclado deben estar elaborados con materiales que no contaminen la cerámica dental.
- 8.1.3 Método de mezclado. Se combina el líquido de mezcla con el polvo de cerámica en las proporciones recomendadas por el fabricante. Evitar mezclar fuertemente para evitar que se formen burbujas de aire en la pasta. Durante y después del mezclado examinar el producto para determinar el cumplimiento de acuerdo con los apartados 5.1 y 5.2.1.
- 8.1.4 Condensación.
- 8.1.4.1 Aparatos.
- 8.1.4.1.1 Molde abierto en varias partes desde el cual la muestra condensada puede sacarse sin sufrir ninguna distorsión.
- 8.1.4.1.2 sistema de vibración con una frecuencia de 50 a 60 Hz o de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- 8.1.4.2 Procedimiento. Se llena el molde con pasta de cerámica dental y se hace vibrar. Cuando aparece un exceso de líquido en la superficie libre de la muestra se coloca un papel absorbente en la superficie de la muestra, y se elimina el exceso de líquido continuamente reemplazando el papel absorbente en cuanto capture el líquido. Se continúa vibrando y absorbiendo hasta que no sale más líquido, y se nivela la superficie libre de la muestra condensada con un instrumento. Tras eliminar la muestra del molde se coloca

en una bandeja de cocción de forma uniforme y se seca de acuerdo con las instrucciones del fabricante, y se verifica el cumplimiento de acuerdo al apartado 5.3

8.1.5 Cocción, se colocan las muestras en el horno de modo que se produzca la cocción de forma uniforme, en un sustrato al cual no se adhieren las muestras y que no las contamine. El fabricante debe proveer la información específica para la cocción de las muestras de ensayo de acuerdo con estas instrucciones.

## 8.2 Radioactividad de la cerámica dental

### 8.2.1 Preparación de las muestras.

8.2.1.1 Cerámicas tipo I. Se recomienda la fabricación de una muestra de 50g.

8.2.1.2 Cerámicas tipo II. Se muele en un molino de carburo de wolframio. Se tamiza y se obtienen 50g de polvo con tamaño de partícula 75Mm.

8.2.2 Procedimiento de cálculo. Se usa un volumen de muestra de 60 ml de polvo y se determina la concentración activa de uranio- 238 mediante la activación de neutrones.

8.2.3 evaluación de los resultados. Cada muestra debe de cumplir los requisitos del apartado 5.2.2.

## **8.3 Resistencia a la flexión.**

Se pueden aplicar dos métodos de ensayo: la curva de tres puntos y el ensayo de flexión biaxial (ensayo del pistón de las tres bolas).

### 8.3.1 Ensayo de la torsión de tres puntos.

8.3.1.1 Equipo para la producción de muestras de caras paralelas y planas mediante tallado.

8.3.1.2 Máquina para el ensayo de resistencia a la flexión para el método de flexión en tres puntos. Con una distancia entre los apoyos de 12mm a 15mm. Y una velocidad de aplicación de la carga de  $(1 \pm .5)$  mm/min. El soporte de la muestra de ensayo debe estar compuesto dos láminas de acero endurecido (o de cerámica reforzada) con los bordes redondeados y un radio de .8 mm. La carga debe aplicarse en el punto medio entre los soportes por medio de una tercera lámina de borde redondeado de un radio de .8mm.

8.3.1.2 Preparación de las muestras de ensayo.

8.3.1.2.1 Cerámicas tipo I se preparan 10 muestras de dimensiones de 20mm x 5mm x 2mm. Se cuecen las muestras tanto en condiciones de vacío como en presión atmosférica, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se desbasta cada muestra de modo que se produzca una pieza de ensayo rectangular de  $(4 \pm .25)$  mm de ancho espesor de  $(1.2 \pm .2)$  mm y una longitud mínima de 20mm. Se desbasta con un disco de diamante de 30 a 40 Mm y se acaba el pulido final con un disco de diamante de grano mas fino. Asegurarse de que las caras opuestas de las piezas de ensayo son planas y paralelas. Se limpian las piezas de ensayo, asegurándose que se han eliminado los restos del desbastado.

8.3.1.2.2 Cerámicas tipo II se preparan 10 muestras de dimensiones 20mm x 5mm x 2mm de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En caso de un material de cerámica previsto para producción en máquina, las muestras se preparan a partir de los bloques de cerámica suministrados por el fabricante. Se desbasta cada muestra para que se produzca una pieza de ensayo rectangular de  $(4 \pm .25)$  mm de ancho espesor de  $(1.2 \pm .2)$  mm y una longitud mínima de 20mm. Se desbasta con un disco de diamante de 30 a 40 Mm y se acaba el pulido final con un disco de diamante de grano más fino. Asegurarse de que las caras opuestas de las piezas de ensayo son planas y paralelas. Se



limpian las piezas de ensayo, asegurándose que se han eliminado los restos del desbastado.

8.3.1.3 Procedimiento. Se miden las dimensiones de las secciones transversales de cada pieza de ensayo a (+-.01)mm. Se centra la pieza de ensayo entre los soportes de la máquina de ensayo para que la carga sea aplicada a través de una cara de 4mm a lo largo de una línea perpendicular al eje largo de la pieza de ensayo, y se determina (a +-.1)N la carga requerida para romper la pieza de ensayo. Se utiliza una velocidad de aplicación de la carga de (1+-.5)mm/min. Se repite el procedimiento con las restantes piezas de ensayo.

**Programa de cocción de la porcelana utilizado para este estudio.**

**CERAMIC FIRING PROGRAM**

**1st dentin and incisal firing**

T	B	S	T	H	V1	V2
870°C 1598°F	403°C 757°F	4-9 min. 4-9 min.	60°C 108°F	1 min. 1 min.	450°C 842°F	869°C 1596°F

**1st dentin and incisal firing**

T	B	S	T	H	V1	V2
870°C 1598°F	403°C 757°F	4-9 min. 4-9 min.	60°C 108°F	1 min. 1 min.	450°C 842°F	869°C 1596°F