

01421
212

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

“PROPIEDADES MECÁNICAS DEL POLIVIDRIO
ARTGLASS
(RESISTENCIA FLEXURAL AL DESGASTE Y COMPRESICA)

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A :

MARICELA MEZA-GALINDO

TUTOR:

CD. ALEJANDRO LOPEZ RODRIGUEZ

ASESORES:

DR. FEDERICO H. BARCELÓ SANTANA

DR. MIGUEL ÁNGEL ARAIZA TELLEZ

CD. ALEJANDRO LÓPEZ SANCHEZ

C.D.M.O. JORGE GUERRERO IBARRA

C.D. DANTE SERGIO DÍAZ SUÁREZ

DR. CARLOS ALVAREZ GAYOSSO

DRA. MARIA LEOBA CASTAÑEDA RIVAS



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.

AGRADECIMIENTOS

... Con mucho respeto y cariño...

Mi gratitud y reconocimiento Al Departamento de Materiales Dentales en Licenciatura y Posgrado de la Facultad de Odontología en la UNAM. Al Honorable Jurado y asesores por compartir sus conocimientos guiándome durante toda la tesis... muchas gracias Doctores Araiza, "Ale", Guerrero, Dante, Barceló, Gayosso. Alejandro -nunca olvidaré tu apoyo desde el seminario y por la suerte de que fueras mi tutor...

Gracias a los profesores, maestros, doctores y aquellos que con la noble labor de educarnos nos permiten alcanzar estos sueños... A mis pacientes en la Licenciatura por su paciencia, comprensión y confianza, también nos enseñaron mucho.

Pascual gracias por tu apoyo durante la licenciatura tal vez hubiera sido muy difícil sola y con papá, y aunke no lo quieras ver, sabes que al igual que la Mañ estamos aquí, deja que
...quien pique ajos coma...

Dr. J.Carlos Gil -allí inicio todo... gracias

En IRM a Itzel y Caritos S.- les debo la vida...Fabelita - sabes cuanto te quiero... Se acuerdan del... "Vita Navali". Nunca olvidare esos días y menos a ustedes... hicieron de esa temporada algo "bonito que recordar". Como nos divertimos

... siempre recordare con mucho cariño a mis compañeros y amigos con los que me divertí y pase tantas ...Paco "Chicharo" -ves como no hizo falta lo de cirugía, Chio -ya lo celebramos ese julio cuando lo confundiste al conocerlo (-si lo ves, dile que era él...), Sandra -tenias razón es "Herpes", Jorge -cuantos años juntos "zoopenco", Vero J. te acuerdas de lo de Gloria, uff, a Erko, Luz Ma "la güera", Gaby-Celia, Aarón "J. Secada", Vero Torres -gracias por haberme escuchado tantas veces y muchas otras por hacerme reír, Lili de laboratoria- dejabas que la pasáramos bien, Jessica-Beto - Jessy por tu amistad, Vicki -aquí sigues, Jorge "el buen George", Vero, Rene "Renecito", Margarita "Mago", Hector -aquí esta "Helor", Max... "moax" como hacías del trabajo una diversión siempre de buen humor y con algo nuevo que contar, cambiaste el concepto de "estar casados" en clínica y aunque duró poco nunca oss olvidaré... haaa!! ¡ya somos tíos!

...A todos ustedes gracias por haber hecho de la licenciatura algo más que la escuela.

... y al famoso "paro" de cuan-to tiempo... ¡¡a que huelgatl!, solo fue buena porque sin ella nunca hubiéramos estado un tiempo juntos (No olvides... cuida tu cemitlo...) ..., aprendí miles y miles de cosas (hasta a naaadamr) ... gracias (también a tu familia), por todo, excepto por mi galito que te comiste....

mmmmm, bueno.... - a pesar de todo siempre te amare-....

Ingeniero... mil gracias, por entender el "proceso" de lo que era más que una tesis... sin Usted esto hubiera sido más que maestría... ¡thal que agradecida siempre le estaré "Dr. Carlos A. Gayosso".

A el sueño que comenzó... desde la camiseta de los "pumitas", la "Norversidad" (...gracias a los muchachos), y la historia de vestido plateado (...te acuerdas Cesar), ...ahora si bebe por esto va lo del pelo...

... Y por el gran-gran orgullo de ser pumita de la UNAM...

..... goya cachun cahun rara
cachun cahun rara !!! ...

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3

DEDICATORIAS

.... con mucho cariño....

A mi familia y amigos que siempre me apoyan, quieren y creen en mí... saben que yo también y no lo olvido.

... papi por quererme mucho y creer tanto en mí... Cuantos días?? analizando teorías baselianas, por las que mucho discutíamos, ahaca como te cansé... pero síll, me entendías bien si decía...
"-mi peloncita-"

...y porque sabes que si te quiero aunque sea poquito, como de aquí a.... contigo es divertido inventar sueños en los que creemos y en los que me afirmas -pasarán-.... gracias por ayudarme a llegar hasta aquí mamá,....me ayudas a inspirarme,

... ¿quieres saber un secreto...?, o 2?

...por tus sabios consejos ("jakuna-mathatha"...), ohll y porque siempre me rescatas de cuantass borresituaciones y muchíssimas cosas más...pero sobre todo porque me dejas quererte
... "tatobel"... contigo es fácil contar estrella

...al "oso" Mark y Mary (...gracias por cargarme), Armando (le supiste poner encanto), nana (no olvides preguntarle si -me estas oyendo...?) y Toño chiquito (porque dices que fue en tu pantalón y porque también sabe de lo que hablo), porque me enseñaron que también -las chicas no lloran... (aunque todo el año sea ...diciembre...), Mary dile a la lise que culde mi piedra.

... "abue" - no te cansas de preguntarme lo mismo... A los primos y tíos. Juan, Pedro, Amparo, - cuando me puse a soñar lejos-lejos de casa... y a la Mary...
¡¡oyell ¿donde esta el dos...?, uff, que días, te acuerdas???

Cecilia "Norma-amiga", no importa como te le diga, sabes que nuestra amistad cabe más que en un chocolate... también siempre me entiendes...En donde estés Olga nunca te olvides de voss...

.... bebe... porque seguimos descubriendo sueños juntos, nunca terminaría de decirte...-te amo- ... este primer esfuerzo es para tí...

PD:... ¡feliizz cumpleaños!...
....cua-anto te quiero-....

...y porque me inspiraste a soñar en este... "el arte en vidrio"... y miles y miles de "dios" sabe cuantas cosas más que si tuviera que decirtas... al final de cada una te diría

.... -gracias Amed-....

.... Por todo ese esfuerzo en el que nunca se dejó de soñar... y por más de los 23 años revolucionarios de corazón.... Y por ser también muy-muy especial....

.... a mí....

.... No me eres nueva, y recuerdo a duras penas que eras mi mayor problema, mis comidas y mi cena.... mi sola amiga, cuando era (we) inocente y creía que la gente, era toda amiga mía, por-la tarde cino olienta y de noche con (we).... me siento un poco (we) gran traidor que enorme lo es el amor....

....de una señora que ha pasado la treir-lena, del amor que uno se inventa con la vuেলা del sí fuera... de aquellas (we) que me amaron en la escuela de una trampa por-sí picas de un 14 en la quiniela

.... Te siento lejos y la culpa es sola mía.... no sabes cuanto me atrepianto da haberte puesto tantos cuernos....

.... De los anuncios de jabones para actrices, de los tacos de los-dedos con que hurgarme los narices,de un libro rosa de los actos espontáneos, de consejos y regalos que dan en TV.... de una mentira que no tiene solución

.... Quo? Sabes tu si es un error caer de llano en el amor

.... desde el momento que me fui, un claro día....

.... para poder mucho mejor vivir mi vida, 16 años conducir sin el carnet....

.... Hacer lo que venga bien sin un porque....

.... XXX
- maricela -

PD: Disfrute mucho hacer la tesis, pero más tenerlos a todos cerquita de mí, por eso nuevamente gracias a todos y a cada uno de Ustedes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

C

ÍNDICE GENERAL

Tema	Página
1. Resumen	1
2. Introducción	2
3. Antecedentes	3
3.1. Marco Teórico de Artglass	12
3.1.1. Composición Química	14
3.1.2. Propiedades Mecánicas	20
3.1.2.1. Flexión	20
3.1.2.1.1. Resistencia Flexural para Artglass	23
3.1.2.1.2. Módulo de Elasticidad para Artglass	24
3.1.2.2. Desgaste	25
3.1.2.2.1. Resistencia al Desgaste para Artglass	31
3.1.2.2.2. Resistencia a la Abrasión en Artglass	33
3.1.2.2.3. Dureza para Artglass	33
3.1.2.3. Compresión	35
3.1.2.3.1. Resistencia a la Fractura para Artglass	37
3.1.2.3.2. Propiedades Estéticas y del Color en Artglass	40
3.1.2.3.3. Otras Propiedades	41
3.1.3. Diferencia de Artglass con los Materiales Convencionales	44
3.1.4. Indicaciones y Contraindicaciones de Artglass	50
3.1.5. Aparato UniXS	55
4. Planteamiento del Problema	59
5. Justificación	60
6. Hipótesis	61
7. Objetivos	62
8. Metodología	63
8.1. Método	64
8.1.1. Material	65
8.1.2. Equipo	66
8.2. Programa de Trabajo	71
8.2.1. Elaboración de Muestras	71
8.2.2. Procedimiento de las Pruebas	83
9. Resultados	89
10. Discusión	94
11. Conclusiones	98
12. Referencias Bibliográficas	100

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

D

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.	Página
Figura 1.- Historia de los materiales C y B	8
Figura 2.- Modificaciones que han sufrido los materiales dentales	10
Figura 3.- Evaluación comparativa entre las cerámicas y composites	11
Figura 4.- Composición química	15
Figura 5.- Flexión	20
Figura 6.- Calculo de la magnitud de flexión	21
Figura 7.- En una situación de flexión se produce	22
Figura 8.- Resistencia a la fractura por flexión	23
Figura 9.- Efecto del módulo de elasticidad	24
Figura 10.- Simulador de masticación dinámico "PU MASTICADOR"	28
Figura 11.- Desgaste <i>in Vitro</i> en vivo	31
Figura 12.- Desgaste	32
Figura 13.- Dureza en Vickers (para Artglass)	34
Figura 14.- Fuerza compresiva	35
Figura 15.- Calculo de la magnitud de compresión	36
Figura 16.- Resistencia a la fractura. (comportamiento para Artglass)	37
Figura 17.- Resistencia a la fractura	38
Figura 18.- Resistencia al impacto y resistencia a la fractura	39
Figura 19.- Solubilidad en agua	43
Figura 20.- Matriz bifuncional del composite convencional	44
Figura 21.- Matriz del poli vidrio Artglass	45
Figura 22.- Ventajas de Artglass sobre las cerámicas y composites	47
Figura 23.- Resinas compuestas de laboratorio	48
Figura 24.- Composites recomendados para la reparación de resinas de laboratorio	48
Figura 25.- Propiedades mecánicas de las resinas compuestas de laboratorio	48
Figura 26.- Desventajas de Artglass sobre las cerámicas y composites	49
Figura 27.- Insulating pen [®] I y II	52
Figura 28.- Espesores mínimos que requiere el material	52
Figura 29.- UniXS [®]	55

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

A
/

Figura 30.-	Sistema para Artglass	58
Figura 31.-	Población de estudio	64
Figura 32.-	Hacedores de muestra	66
Figura 33.-	Parte del material utilizado en la investigación	67
Figura 34.-	Vernier y tornillo micrométrico	68
Figura 35.-	Maquina universal de pruebas Mecmesin	69
Figura 36.-	Maquina universal de pruebas Instron	69
Figura 37.-	Simulador de masticación dinámico	70
Figura 38.-	Hacedor para la resistencia flexural tipo hembra-macho	71
Figura 39.-	Empaquetar el material	72
Figura 40.-	Especímenes para la resistencia flexural	74
Figura 41.-	Punta de trabajo para la resistencia al desgaste	75
Figura 42.-	Espécimen para la prueba de resistencia al desgaste	78
Figura 43.-	Hacedor de muestra para la resistencia compresiva	79
Figura 44.-	Hacedor de vidrio	80
Figura 45.-	Especímenes para la resistencia compresiva	81
Figura 46.-	Medir las dimensiones del espécimen	83
Figura 47.-	Espécimen en la prueba de flexión	84
Figura 48.-	Peso de los elementos para el simulador de masticación dinámico	85
Figura 49.-	Simulador de masticación dinámico trabajando	86
Figura 50.-	Espécimen en la maquina universal de pruebas Instron	87
Figura 51.-	Resultados de la resistencia flexural y módulo flexural	89
Figura 52.-	Fuerza a la flexión	90
Figura 53.-	Resistencia a la flexión	90
Figura 54.-	Módulo a la flexión	90
Figura 55.-	Módulo flexural	91
Figura 56.-	Esfuerzo flexural	91
Figura 57.-	Resistencia compresiva	93

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

1. RESUMEN

En 1995 la firma alemana Heraeus-Kulzer® presentó un polividrio para restauraciones estéticas por método indirecto conocido como Artglass®, según el fabricante es una alternativa a los materiales y las cerámicas convencionales.

El objetivo de esta investigación fue valorar la resistencia flexural, compresiva y al desgaste, utilizando únicamente para el estudio material Artglass®, manipulándolo como sugiere el fabricante y realizando procedimientos según la norma ADA 27 e ISO 4049.

Para la resistencia flexural, se obtuvo 54.73 MPa, y con módulo a la flexión de 3.74 GPa; para la resistencia al desgaste quedó inconclusa la prueba por la metodología que se tomo y variaciones en el equipo; para la resistencia compresiva se logró 77 MPa. A los resultados obtenidos se les aplicaron análisis estadístico básico así como la prueba t-Student, y Anova de una vía (entre las mismas muestras), sin que se encontraran diferencias significativas.

La resistencia flexural si cumplió con los requerimientos de la norma. Para las otras propiedades la norma, no les exige un valor mínimo o máximo. Al comparar los valores con el fabricante y otros autores, quedó la duda de la metodología que ellos emplearon, pues los resultados fueron contrastantes.

2. INTRODUCCIÓN

En nuestra profesión es cada vez más indispensable el conocimiento de los materiales dentales, y no solo de los innovadores productos que cada vez son más, y que nos van abriendo posibilidades para un mejor éxito en nuestros tratamientos, sino además conocer algunas características que según los fabricantes, hace a su producto el mejor, sin nosotros saber si es el mas apropiado. Estos productos han surgido principalmente por las necesidades estéticas que el paciente requiere, lo cual nos obliga a ponernos a la vanguardia de los desarrollos tecnológicos y al fabricante a tener una innovación constante en sus productos.

El Artglass dice el fabricante, puede ser utilizado en la Odontología conservadora gracias a sus propiedades estéticas y mecánicas e incluso ser una alternativa a las porcelanas convencionales y a los composites, pues en el proceso de su diseño se tomaron las ventajas de estos pero no sus desventajas y además es de un bajo costo. La literatura nos dice que este material ha logrado óptimos resultados clínicos, con el que se ha obtenido buenas adhesión, estética, propiedades mecánicas, alto grado de resistencia al desgaste y soporte de las tensiones, entre otras cualidades, aunque es un material de reciente ingreso al mercado. Sin embargo su más grande reto es a largo plazo, en el que deberá demostrar su "verdadera calidad"; pues también se requieren de muchos ensayos comúnmente con seguimientos de años y la mayoría de estos estudios son financiados por los fabricantes complicando la interpretación de los datos, al dejar en incertidumbre la veracidad de los informes publicados. Como el uso de este material se está difundiendo mucho, se propuso en esta investigación, determinar las propiedades mecánicas que presenta.

3. ANTECEDENTES

DE LAS RESINAS ACRÍLICAS HASTA LAS CERÁMICAS DE VIDRIO EN ESTADO DE PRE INYECCIÓN

Bottino⁹ y Leinfelder³⁴, comentan que los polímeros de metil metacrilato comenzaron a utilizarse en 1937 como base de dentaduras, en prótesis parcial fija, y como materiales de revestimiento de facetas estéticas en coronas tipo *vener*. Es entonces como las resinas acrílicas dan inicio a los materiales de restauración estéticos a partir de finales de la década de los cuarenta y principios de los cincuenta, al utilizarse en restauraciones directas con auto polimerización *in situ* cuando se unía el monómero con el polímero. Estas resinas derivan del etileno y en su forma estructural contienen un grupo vinilo; existen dos series de interés odontológico. Las que derivan del ácido acrílico, y las que derivan del ácido metacrílico, pero ambas polimerizan por adición recibiendo el nombre de poli metil metacrilato. 1, 4, 38,39

Como la utilización de los polímeros con base de metil metacrilato era limitada, muy pronto fueron reemplazadas ya que presentaban absorción acuosa y pobre resistencia al desgaste, su gran contracción originaba filtración marginal que pigmentaba las superficies, pero lo mas grave, fueron las lesiones pulpares que constantemente originaban. 2,9, 28,39

Posteriormente se comenzaron a realizar incrustaciones o coronas de acrílico en dientes previamente preparados con las resinas termos curables, que en su composición son similares a las que se utilizan en las bases de las prótesis (un metacrilato, relleno de cuarzo, sílice, boro silicatos, óxido de bario, etc.), pero, estas presentaban ciertas características como reacciones exotérmicas durante la polimerización, bajos valores de resistencia a la compresión, dureza (reflejando su pobre durabilidad como material restaurativo) y módulo de

elasticidad (mas flexibilidad que la dentina o esmalte), coeficiente de expansión térmica (diez veces mayor que la de la sustancia dentaria y los metales), deficiente resistencia a la abrasión y no presentaban buena estética; por lo que actualmente su uso es condicional para la construcción de prótesis parciales y coronas temporales. 5, 9, 14, 32,38

En 1962 el Dr. R. L. Bowen ^{1, 4, 9,34} marca el inicio de un gran progreso en los materiales con base de polimeros (las resinas compuestas), al desarrollar su fórmula de bis-GMA (*bis fenol A Glicidil Metacrilato*), y la adición de agentes de cadena cruzada, que provocó mayor peso molecular y por consiguiente un superior mecanismo en las propiedades, al mismo tiempo la reducción de la contracción en la polimerización. 2, 14, 34,47

En este sistema el producto de la reacción del *bis fenol A* y del *metacrilato de glicidilo*, (conocido como fase orgánica) es reforzado por medio de rellenos inorgánicos (fase inorgánica) y un agente acoplante (puente de unión entre las fases orgánicas e inorgánicas) a los que se les agrega estabilizadores de color, inhibidores e iniciadores de la polimerización y radio opacadores; ya se pueden polimerizar por luz preferentemente, obteniéndose así estructuras libres de poros y características fisicoquímicas como resistencia al desgaste y propiedades estéticas altamente mejoradas. ^{14, 32,34, 38,47}

Actualmente siguen evolucionando y una forma de clasificarse seria en las siguientes generaciones: 1, 4,5, 14, 32, 38, 39,54

- I. Macro particula: su fase orgánica es bis-GMA, su refuerzo del 70 % en peso y 50 % en volumen en forma de esferas y prismas de vidrio de 6-8 μm , reduce la contracción y aumenta la resistencia mecánica, aunque en el pulido final se muestra una superficie irregular que permite la acumulación de PDB (placa dentó bacteriana), se pueden pigmentar y su desgaste es producido por un contacto constante que provoca la expulsión de las partículas,

por lo que son útiles de manera más o menos óptimas como sustitutos de dentina gracias a su resistencia a la fractura. Las podemos encontrar como auto o foto polimerizable; también se conocen como resinas convencionales (composites) o tradicionales.

- II. **Micro partícula:** su fase orgánica (bis-GMA) es del 50-60 %, son mas conocidas como resinas compuestas de micro partículas homogéneas, su relleno es dióxido de silicio (con un tamaño de 0.007 - 0.14 μm). En su origen se pre polimerizan bajo presión y temperatura produciendo aumento en la viscosidad de su matriz limitando la carga inorgánica para que se logre una buena textura superficial, mejor estabilidad del color, poca capa de desgaste, excelente pulido, pero al mismo tiempo dificulta su manipulación. Son útiles como sustituto de esmalte, se encuentra auto y foto polimerizables; actualmente las hay de alta densidad y ya no muestran excesiva facilidad de resquebrajamiento.
- III. **Partícula Híbrida:** su fase inorgánica es la combinación de partículas de diferentes tamaños (macro partículas optimizadas y micro partículas de 1-15 μm de tamaño) la matriz orgánica se refuerza con la incorporación de partículas de material inorgánico de diferente tamaño mejorado considerablemente la tersura superficial y la capacidad de pulido (aunque puede llegar a ser un poco difícil), son muy útiles en la zona posterior gracias a su gran resistencia al desgaste, su coeficiente de expansión térmica es similar a las de macro partícula. Actualmente se pueden encontrar con partícula pequeña en la que se reduce el contenido inorgánico para aumentar las propiedades de superficie, como resistencia al desgaste, y propiedades fisicoquímicas.

- IV. Refuerzo cerámico: su fase inorgánica es alta con base en vidrios metálicos y cerámicos, son más indicadas para restauraciones posteriores.
- V. Técnica indirecta: o polímeros de cerámica optimizada, son resinas compuestas para restauraciones posteriores con técnica indirecta, procesada con calor y presión o combinación de luz, calor y presión. Pueden contener óxidos metálicos por parte del relleno cerámico, sus partículas son de tamaño submicronico.

La adición de sílice, cuarzo o vidrio, especialmente con el agente de unión silano, mejoró mucho las propiedades mecánicas y físicas de estos materiales. Los materiales activados por luz comenzaron a provocar gran interés debido a la mejoría que aportaban desde el punto de vista estético, siendo eficaces, como materiales de pasta única con pocas probabilidades de incorporar burbujas de aire, en el color mostraban gran estabilidad; baja contracción volumétrica y tiempo de polimerización reducido, según expone Bottino⁹, Ketter³² y otros.^{39,51,54}

Comenzaron a surgir así mejores materiales como opción para restauraciones estéticas, y apareció una nueva generación que es clasificada según menciona Trushkowsky⁵² como primera generación de composites para inlays por ser compuestos de resina, la técnica fue introducida por Mormann, Touati, y Pissis en 1980, pero más tarde Touati llamó cerómeros (**CER**amic **O**ptimized poly**MERS** de ceromers) a la segunda generación, aunque este nombre más bien es adoptado por el fabricante Ivoclar[®] para designar a esta clase de materiales. Se caracterizaron por la facilidad de fabricación, estética inmediata, adaptación marginal con apropiados contactos proximales, poca abrasividad y estabilidad en la anatomía oclusal. El terminado de la post cementación se puede mejorar de una manera más sencilla, pero la superficie a tratar requiere ser arenada. También puede haber unión química con superficies metálicas, si

se da un tratamiento previo a la aleación metálica con aplicación de agentes de unión, lo que apporto un considerable perfeccionamiento hasta esa fecha en este tipo de materiales, anexa Bottino⁹ Ketter.³² Algunos representantes son Targis[®], Artglass[®], belleGlass[®], como se observa en la Figura 1.

Trushkowsky⁵² y Freiberg²⁶ dicen que presentan refuerzo en el contenido de relleno, por la composición de rellenos minerales (cerámicos) lo que incrementa la resistencia flexural, la elasticidad y reducción en el riesgo a la fractura (conforme los valores de los fabricantes). Sin embargo surgió la duda que todavía mostraba la generación anterior del desgaste oclusal y la estabilidad del color porque se comprobó que esa generación no podían resistir la fuerte tensión oclusal, resistencia flexural, ya que ha menudo se observan fracturas en los márgenes, cúspides y áreas de istmos.

Pero como en la segunda generación se combino la tecnología cerámica y las investigaciones de los polímeros, agregando además a la incorporación de fibras para este un nuevo sistema, que puede ser compatible con los metales por utilizar revestimiento estético no se producen tensiones en las interfases al aplicarles cargas, ya que comúnmente estas tensiones pueden provocar el fracaso de la unión entre el material y el revestimiento estético en las resinas compuestas para laboratorio. También han sido denominados, según coinciden el Dental Advisor y Bottino⁹, polímeros de vidrio, cerómeros, poli vidrios o porcelanas de vidrio polimérico (*policerams*), en cuya tecnología se simplifican las preparaciones (haciéndolas aun más conservadoras), permitiendo así a la Odontología dar un paso más en la innovación y conservación, sin dejar de complacer la demanda de restauraciones sin metal que aumentan continuamente debido a que los pacientes y los profesionales buscan materiales biocompatibles.³²

Historia de materiales C&B

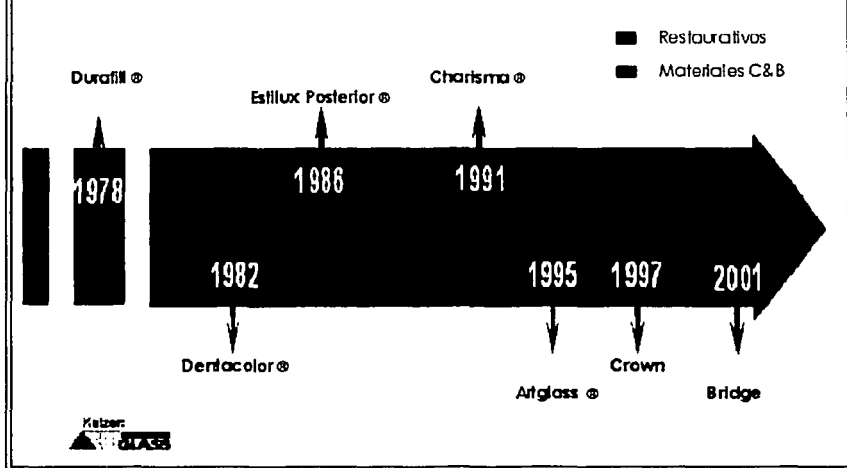


Figura 1. Aparición cronológica de algunos materiales de la casa Kulzer donde los representantes para métodos restaurativos son los que se observan sobre la flecha, y los composites debajo de la flecha; desde 1978 año representado por el material restaurativo Durafill, además se muestran otros composites hasta el año de 1995 en el que aparece el coposite para prótesis Artglass; y posterior a este nuevos materiales restaurativos, para el uso de coronas y prótesis como expresa Marín³⁷.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Entre los materiales restaurativos de tipo estéticos podemos encontrar a los ya mencionados compómeros, cerómeros, poli vidrio, cerámicas de vidrio en estado pre inyectado, entre otros. Figura 2.

- **Compómeros.-** es un material híbrido con ionómero de vidrio convencional y pequeñas cantidades de resina como el bis-GMA o HEMA (**Hidroxietilmetacrilato**) naciendo así su nombre de **COMPOSITE** y ionó**MERO**. El líquido es combinado por una mezcla de agua-hema donde los grupos metil metacrilato se incorporan con la cadena de los poli ácidos, para que el material tenga la capacidad de ser foto polimerizado. Sus componentes reaccionan en la forma de ácido-base (entre el poli ácido acrílico y el polvo de vidrio), lo que permite una disminución en la acidez de la mezcla final. Se puede indicar para las preparaciones en clases III y V (clasificación de Black).^{4,5}
- **En los cerómeros.-** se combinan el relleno **CERÁMICO** y la química de los poli**MEROS** mejorando además con la integración de fibra de vidrio. Esta indicado comúnmente en restauraciones inlays, onlays, coronas totales, prótesis fijas con o sin estructura metálica, según Mc Cabe. ^{1,38}
- **Poli vidrio.-** representado en esta investigación por el Artglass
- **Cerámicas de vidrio en estado pre inyectado.-** como mencionan Dietschi y Spreafico¹⁴ pertenece a este grupo el IPS Empress su uso es indirecto, se refuerza con leucita (es la base del sistema). Se indica en las técnicas de maquillaje de coronas posteriores, inlays, onlays, carillas, preparaciones supragingivales, pero no en prótesis de más de una sola pieza.

Modificaciones que han Sufrido los Materiales Dentales

Sistema de la matriz

Relleno reforzado con

COMPOSITE CONVENCIONAL	Monómero bifuncional de Bis-GMA, UDMA, TEGDMA Grano grueso y fino vidrio molido combinado con sílica precipitada
CERÓMEROS	Monómero bifuncional Alta carga con relleno cerámico en combinación con sílica pirógenica
POLYGLASS	Mezcla optimizada de monómeros multifuncionales y monómeros bifuncionales Vidrio fino y precipitado, sílica reológicamente activa
ORMOCERAS	Metacrilato Polisiloxano multifuncional Vidrio fino
EMPACABLES	Monómero bifuncional Vidrio fino y un tipo de relleno reológicamente activo
FLUIDAS	Monómero bifuncional Vidrio fino y un tipo de relleno reológicamente activo con características fluidas 60-70 w1%

Figura 2. Se observa la evolución de algunos materiales restaurativos, que expone Marin³⁷ desde los composites convencionales hasta los de tipo fluidos de uso dental, exponiendo su matriz y en el relleno de cada uno de estos.

Sin duda, los materiales presentados recientemente ampliaron y optimizaron la gama de alternativas estéticas y funcionales existentes para la reconstrucción de sectores anteriores y posteriores, según Bottino⁹. Los materiales restauradores para el sector posterior permiten actualmente la realización de restauraciones sin metal y tienen la misma resistencia al desgaste que las restauraciones estéticas sobre estructura metálica, inclusive estas restauraciones sin metal pueden ajustarse y pulirse en el consultorio del profesional con eficiencia.

Evaluación Comparativa Entre Las Cerámicas Y Composites

Dietschi¹⁴ y Overview⁴³, en sus literaturas muestran una comparación para evaluar a las cerámicas y los composites. Figura 3.

Evaluación Comparativa Entre Las Cerámicas Y Composites			
*** ideal	** satisfactorio	* aceptable	- malo
PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	CERÁMICOS	COMPOSITOS	
Conveniencia de procedimientos clínicos	*	**	
Viabilidad de procedimientos de laboratorio	*	***	
Facilidad para repararse y corregirse	-	**	
Estética a corto tiempo	***	***	
Estética a largo tiempo	***	**	
Pulido	*/-	**	
Resistencia al desgaste del material restaurativo	***	**	
Resistencia al desgaste del diente antagonista	**/-	***	
Módulo de elasticidad	*	*	
Coeficiente de expansión térmica	***	*	
Eficacia de los procedimientos adhesivos	**	*	
Estabilidad química	***	*	
Biocompatibilidad	***	*	
Continuación clínica	*	*	
Costo	-	*	

Figura 3. Dietschi¹⁴ y Overview⁴³ mencionan algunos parámetros para comparar a las cerámicas convencionales y a los composites, calificando diversos aspectos como ideal, satisfactorio, aceptable y hasta malo.

3.1. MARCO TEÓRICO DE ARTGLASS

ARTGLASS®

Fue presentado al mercado en 1995 por la firma alemana Heraeus-Kulzer, y desde entonces hasta la fecha sigue siendo aceptado a pesar de la "poca publicidad" y escasa literatura. El fabricante^{15,16,17,19} lo identifica como un polímero no convencional (por no ser cerámico, ni composite) sino un poli vidrio (o poli cristal) pero de última generación, comentan Leinfelder³⁴ y Ziesch⁵⁵ que se foto cura en la unidad especial denominada UniXS®, se afirma que este material revoluciona los componentes orgánicos e inorgánicos al incluir un nuevo poli vidrio, según menciona el fabricante^{15,16,17,31}, Barrancos⁵, Bertolotti⁷ y Eykmann²⁴.

Este material ofrece una alternativa a la porcelana. Según el fabricante^{29,30,31} y otros autores^{5,19,20,21,24,27,27,33,49} se debe a que reúne propiedades estéticas iguales o mejores que las cerámicas como son su fuerza, traslucidez y naturalidad del color, además permite una mínima invasión del esmalte como con los composites en las preparaciones según hacen mención Pensler⁴⁴. Este vidrio orgánico posee unos enlaces transversales en el polímero de su estructura y una alta densidad en su superficie proporcionando con esto propiedades físicas cercanas a la de la dentición natural dice Barrancos⁵, Bertolotti⁷, Eykmann²⁴, Freiberg²⁶ y Kulzer²⁹.

Básicamente es un material de restauración estético, con micro relleno, con capacidad de resistencia para restauraciones libres de metal y como recubrimiento total de metales por lo que registra Bottino⁹ y otros autores^{5,19,24,29,30,31,41} en sus literaturas. Esto lo coloca como representante de los materiales para la técnica de recubrimiento de metales, debido a que en su matriz además de bis-GMA convencional, contiene un tipo de vidrio especial (Vitroid®) afirma Erdrich^{19,20} y Freiberg^{25,26}. Figura 21.

El material ha adquirido diferentes denominaciones o sinónimos como:

- Ceramic Polymers.
- Poli glass.- derivado de **Polymer Glass**, porque esta formado por la polimerización de metacrilatos poli funcionales en una matriz de polímeros (vidrio) con una alta densidad, (mayor a una estructura cristalina del bis-GMA, matriz tradicional de los composites), además su matriz orgánica tiene relleno de partícula de vidrio inorgánico que es una mezcla de varios tipos de vidrio, conocidos como poli vidrios. Figura 4.
- Ceromers, o Ceromero.- derivado de **Ceramic Optimized Polymer** (definición que es mas empleada por la casa Ivoclar® para su producto Targis®, por unir las propiedades de la porcelana y los composites.
- Poli vidrio.- por la combinación de vidrios.
- Poli cristal.- porque su relleno inorganico tiene cristales.
- Polímero dental no convencional.- por su tipo de vidrio (Vitroid®).

Para prótesis parciales fijas *metal free* de tres elementos, es aconsejable la utilización de una fibra para refuerzo de la estructura, y aun sin tener el sistema una fibra propia, la Dental Advisor y Bottino® aseguran que el polímero de vidrio Artglass puede utilizarse con cualquier tipo de fibra.

3.1.1. Composición Química

Artglass: Es un material 100 % vidrio (25 % orgánico y 75 % vidrio inorgánico) hace referencia Erdrich.¹⁹ Figura 4. Bottino⁹ afirma que en la composición química de Artglass se observa la combinación de las cerámicas (por su estética y durabilidad) con las resinas (por la fácil manipulación) básicamente.

- Organica 25 %

Donde la parte orgánica corresponde al polyglass (Vitroid[®] también considerado un componente multifuncional), está finamente triturado con multifuncionales ésteres de ácido metacrílico molecularmente altos, pero de la misma densidad que la red y estructura amorfa similar al vitroid según Eykman²⁴. Se considera una matriz con agentes de cadena cruzada explica Bottino⁹, por el componente reactivo altamente reticulante Vitroid[®].

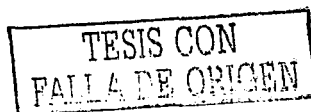
- Multifuncionales ésteres de ácido metacrílico¹³
- Vidrio orgánico molido denominado Vitroid[®]. Es el responsable de la estabilidad, resistencia y de minimizar la decoloración según Bottino⁹, Pensler⁴⁴ y Ziesch⁵⁵

La parte inorgánica se une a la orgánica por sinalización, mostrando gran número de enlaces transversales en su estructura.

- Inorganica 75 %

Su relleno inorgánico está formado por los siguientes componentes:

- Ácido Silícico; (o sílice semicristalina) corresponde al 20 % del relleno su micro distribución contribuye a elevar la resistencia al desgaste, la densidad y la capacidad de modelado, es un vidrio especialmente reológico con un tamaño de 1µm en promedio afirma el fabricante.^{9,18}



- **Microglass:** La composición resultante del polímero es una mezcla de elementos vítreos, mencionan Bottino y otros: ^{9, 19}, que actúa como material de relleno, con tamaño de partícula media de 0.6 a 0.7 μm , también contribuye a la resistencia al desgaste del material, corresponde al 55 % del relleno.
 - Cristales de Bario, RO (radio opaco)¹⁸
 - Cristales de Aluminio, sus partículas al igual que las de bario no superan los 2 μm . ^{18,20}
- **Componentes reactivos,** corresponde al resto de la parte inorganica

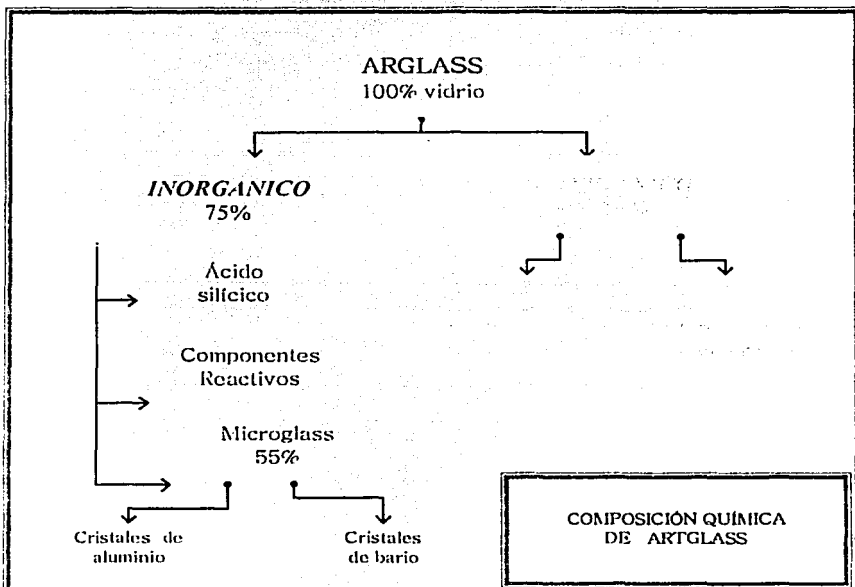


Figura 4. Composición química de Artglass en las que se nota su alto contenido de material inorgánico y la presencia de vidrios modificados.

Este material permite combinar monómeros de di metacrilato convencional y nuevos monómeros del metacrilato multifuncional como menciona Freiberg.²⁵
²⁶ Su iniciador es la canforoquinona.

Los monómeros multifuncionales, permiten un mayor número de enlaces dobles y cadenas cruzadas, que le darán al material las condiciones de mayor resistencia al desgaste (4 a 5 μm anuales) menciona Freiberg²⁶ y otros.¹⁸

Para la técnica de recubrimiento en literatura de Erdrich¹⁹ y Pensler⁴⁴ explican que Artglass emplea un procedimiento que se denomina Siloc-Kevloc[®] donde los componentes que aplica forman un sándwich (opaquer y Artglass) tomando características homogéneas que aumentan la elasticidad. Gracias a la actividad térmica del sistema la química de la unión forma una compleja capa de contenido heterocíclico de nitrógeno que da una fuerte unión química frente a los metales, con esto según Kulzer da un paso importante en la técnica de silicatización (al añadir pequeñas partículas de silicato).

Composición Química De Las Presentaciones Del Sistema

Artglass Opaque

- Ester del ácido metacrílico multifuncional (70 % de peso)
- Dióxido de silicio silanizado (5 % en peso), con tamaño de partícula de 0.007 μm
- Foto iniciadores
- Estabilizadores
- Pigmento inorgánico (25 % en peso), libre de cadmio

Artglass Paste

- Ester del ácido metacrílico multifuncional (30 % en peso)
- Dióxido de silicio y vidrio de silicato de aluminio de bario silanizado (70 % en peso), tamaño de la partícula 1 μm
- Foto iniciadores
- Estabilizadores
- Pigmentos inorgánicos libres de cadmio

Artglass Liquid

- Di metacrilatos
- Ester del ácido metacrílico multifuncional

Componentes Reactivos Superfoliculados

- Ácido silicio reológicamente activo
- Vidrio de bario-aluminio y silicio, granulado súper fino

Vitroid: vidrio orgánico

- Relleno inorgánico estable desde el punto de vista cromático y no adhesivo para la PDB (placa dento bacteriana).⁴⁸

Presentaciones Del Sistema Artglass

Artglass Opaque: es un opacador mono componente, foto curable, disponible en colores *Vita* y *rosa*. Tiene la habilidad de mejorar los resultados estéticos.

Artglass Marginal: colores intensos para la región cervical del recubrimiento, sirven para brindar mejor estética.

Artglass Dentina: "aparenta" la dentina y colabora con la estética, también disponible en colores *Vita*.

Artglass Effect: componentes traslucidos para la configuración individual de las regiones incisales y oclusales.

Artglass Enamel: componente opalescente para la región incisal y oclusal del recubrimiento.

Artglass Basic: masa de base para el relleno de zonas intermedias.

Artglass Gingival: pasta para completar la zona atrofiada del maxilar.

Artglass Creative: colores fluidos, foto curables, para caracterizar los recubrimientos en dientes confeccionados, ideal para aparentar fisuras en el esmalte, manchas o imitaciones de obturaciones; su manejo suele ser prolongado en el laboratorio pero los colores básicos se pueden mezclar a discreción.

Artglass Liquid: sirve como apoyo en el modelado y la reconstrucción de la capa de dispersión en el proceso de la colocación de Artglass.

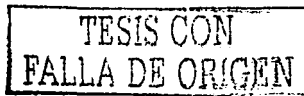
Insulating Gel: es un aislante bicomponente para separar los materiales de modelo de Artglass (yeso-material), contiene 0.92 g de glicerina y 0.8 g de SiO₂.

Artglass Tool Kit: instrumentos de rotación, cada uno cumple con una función específica en el pulido de las restauraciones de Artglass.

Importancia De Las Propiedades Mecánicas

Entre las propiedades ideales que debe tener un material restaurativo de este tipo para uso dental, se encuentran, un color ideal (variables y estables), excelentes propiedades físicas, estética, alta resistencia flexural alta resistencia a la fractura, baja difusión térmica y eléctrica, biocompatibilidad, químicamente inerte, buena resistencia al desgaste, que se comporte poco abrasivo, traslucidez variable, etc. según menciona Freiberg.²⁶ Pero en general dice que sus características, propiedades y comportamientos, sean lo más parecidos a los de la dentición natural aunque las restauraciones estéticas en general siempre despiertan la duda en cuanto a su durabilidad y función, comenta Vega⁵³.

Según Anusavice⁴, las propiedades mecánicas de los materiales se definen por las leyes de la mecánica, esto es de la energía, las fuerzas, y de sus efectos en los cuerpos; los materiales dentales estarán sometidos no solo a la acción de diferentes cargas, esfuerzos o fuerzas mecánicas (las fuerzas masticatorias, que según Gerard B¹², y autores como Skinner⁴ reportan que la masticación alcanza hasta 77 N), sino también a las deformaciones producidas y a las repercusiones biológicas-clínicas, que todo esto puede repercutir en el ambiente bucal. Así pues la importancia del conocimiento de las propiedades mecánicas en los materiales dentales radica, en el comportamiento del material tanto en el laboratorio como en la clínica, lo cual permite una elección más juiciosa de los materiales.¹² De todas las propiedades Bottino⁹ nos dice que, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión son las más importantes para la clasificación cualitativa de un material recomendado para prótesis fijas *metal free*. La flexión como dice Burdairon¹² esta considerada en la clasificación de las propiedades mecánicas, junto con la compresiva, mientras que el desgaste es una propiedad fisico-mecánica y química que involucra superficies friccionantes.



3.1.2. PROPIEDADES MECÁNICAS

3.1.2.1. FLEXIÓN

Definición

La flexión es un fenómeno complejo que implica situaciones de compresión y de tracción explica Vega⁵³, Figura 5.

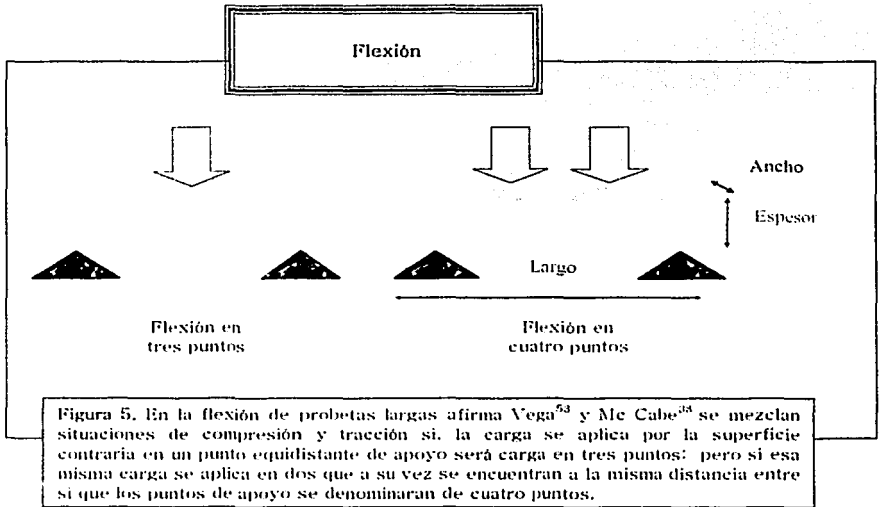


Figura 5. En la flexión de probetas largas afirma Vega⁵³ y Mc Cabe⁵⁴ se mezclan situaciones de compresión y tracción si la carga se aplica por la superficie contraria en un punto equidistante de apoyo será carga en tres puntos; pero si esa misma carga se aplica en dos que a su vez se encuentran a la misma distancia entre sí que los puntos de apoyo se denominaran de cuatro puntos.

Importancia

Desde el punto de vista clínico y de laboratorio dental es interesante conocer la resistencia a la flexión sin embargo puede ser influenciada por:

- La compactación del material, aun de las mismas dimensiones.
- La sección de la barra y colocación espacial.
- La relación entre largo y ancho (espesor).^{4, 48, 53}

Medición

Para el estudio en Odontología dice Guzman²⁸, se hablara en Mega Pascales (MPa), que representa la fuerza que ejerce un newton por milímetro cuadrado de superficie. Figura 6.

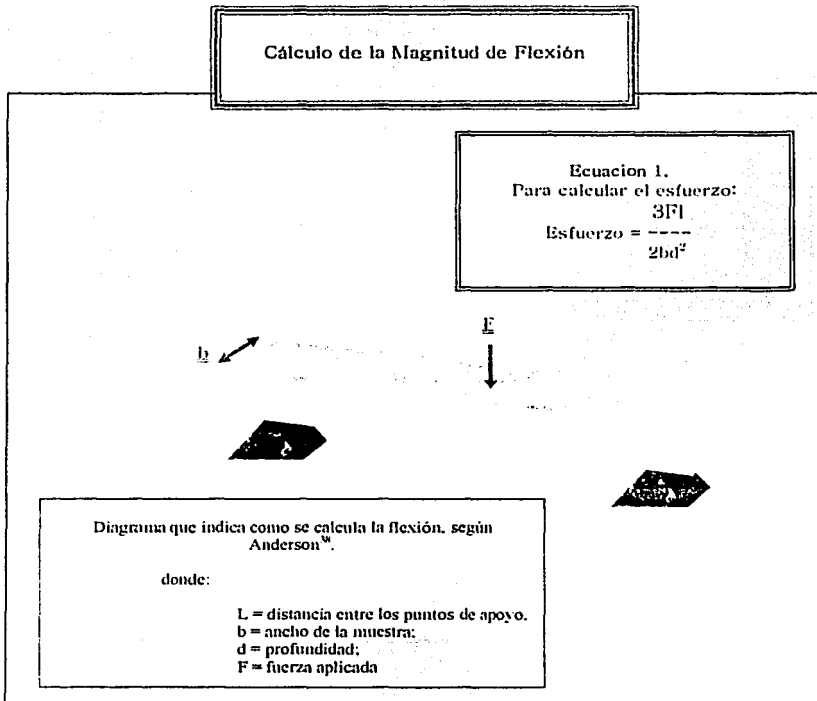


Figura 6. Se pueden observar los puntos que se toman en cuenta para calcular el esfuerzo a la flexión en una barra, como son la distancia entre los puntos de apoyo, ancho, profundidad y el punto en el que comúnmente se aplica la fuerza según explica Anderson³⁰, asimismo la ecuación para calcular el esfuerzo.

Fenómenos Que Puede Provocar

Se puede deducir que la prueba por flexión, en zona cóncava produce fenómenos de compresión, mientras que en la zona convexa se aprecian fenómenos de tracción como se ilustra en la litacarrura de Vega ⁵³. Figura 7.

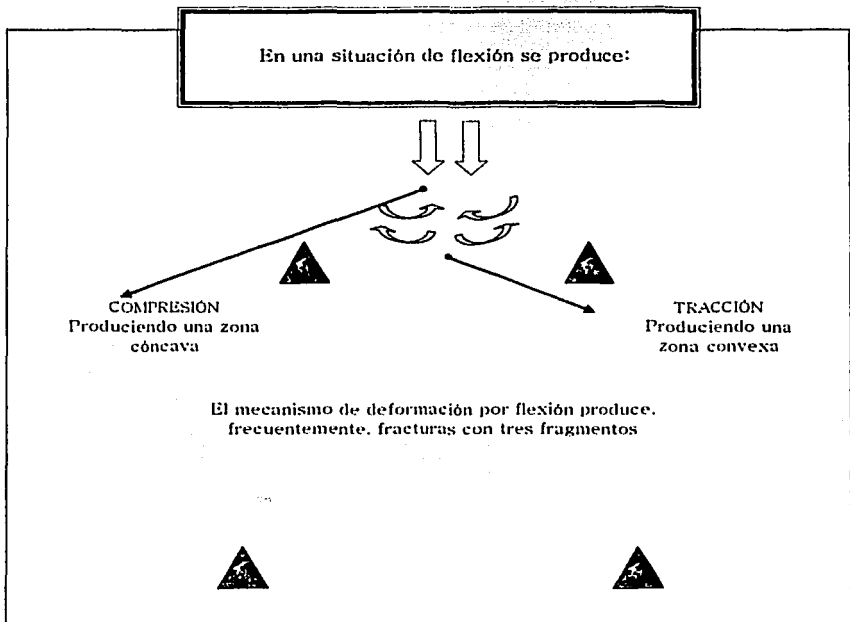


Figura 7. Se muestran los fenómenos que se pueden presentar durante el proceso de flexión en una barra, donde se combinan simultáneamente la compresión que provoca una zona cóncava y la tracción que produce convexión para que ambas lleven a lo que frecuentemente se espera que es la fractura como lo explica Anderson.⁴⁹

3.1.2.1.1. Resistencia Flexural para Artglass

- El Instituto de Ciencia y Tecnología de los Materiales Dentales de la Universidad de Mainz² dice que de acuerdo a la especificación ISO 10477 la presentación de Artglass Dentine muestra una resistencia flexural de 110 MPa y Artglass Incisal de 142 MPa, valores próximos a los que sin especificar su presentación obtuvieron Bength⁶, Nizan⁴¹, Overview⁴³ y Sellard⁴⁹. Figura 8.

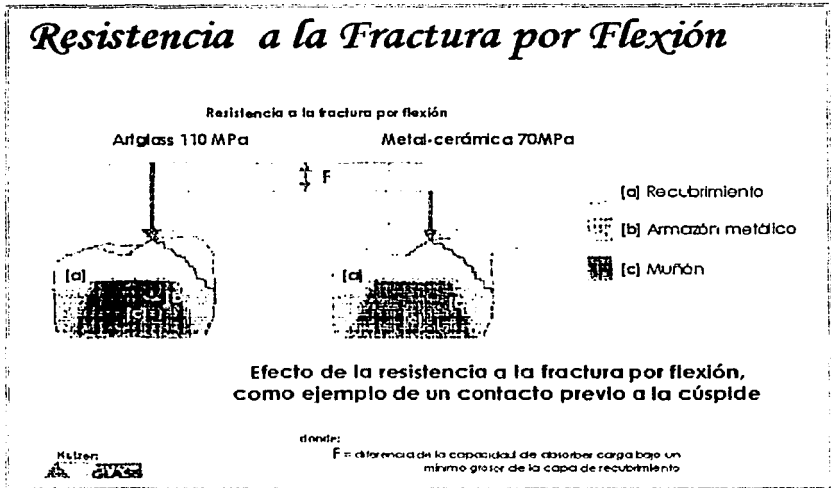


Figura 8. La resistencia flexural cuando hay contacto previo a la cúspide (contra diente natural) muestran que Artglass expone una resistencia de 110 MPa, y en la mismas condiciones hasta la fractura una restauración de metal-cerámica mostraría un valor mas bajo de 70 MPa, ambas restauraciones de Artglass y la de Metal-cerámica tienen su material representativo, recubrimiento, armazón y muñón en orden de externo a interno describe Marin.³⁷

- Nakamura⁴⁰ obtuvo en sus estudios para Artglass un módulo de Young de 28.6 a 22.5 GPa.

3.1.2.1.2. Módulo de Elasticidad para Artglass

- Con el módulo de elasticidad se puede medir la deformación del material aplicando una fuerza definida sobre un cuerpo de una misma dimensión, en la que a valores menores, mayor será la deformación que puede presentar el material, aumentando así la absorción de la carga transmitida al soporte de la prótesis por parte del material. El módulo de elasticidad conocido como E que reporta Erdrich¹⁹, ²⁰, de Artglass es de 10 GPa \pm 2 GPa, para el esmalte de entre 50 y 85 GPa, la dentina de 15 a 20 GPa, las aleaciones dentales tienen entre 90 y 120 GPa, y 50 a 80 GPa para las *veneer* y cerámicas. Por lo tanto, si la fuerza aplicada no induce a la fractura de la restauración, Artglass será más flexible, afirma Bertolotti⁸ y Freiberg.²⁶ Figura 9.

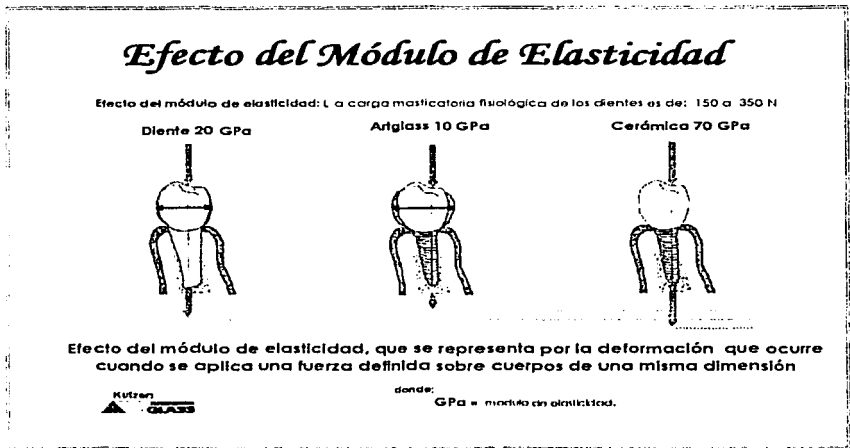


Figura 9. Para obtener el módulo de elasticidad tiene que ser en el momento en que la fuerza es definida, aquí en este ejemplo se ejerció de 150 a 350 N, aplicándola sobre el cuerpo a probar y en este caso el diente mostró un módulo de 20 GPa, Artglass de 10 GPa y las Cerámicas de 70 GPa, según ejemplifica Marin³⁷, Erdrich¹⁹ y Eykmann²⁴.

3.1.2.2. DESGASTE

El desgaste y el pulido, mejoran cuando la partícula es de menor tamaño, así entre más pequeña, mejor. En realidad las pequeñas diferencias de tamaño parecen no afectar tanto como las grandes, que pueden hasta marcar un cambio clínico en el comportamiento; observación que hace Guzmán²⁸ en su literatura.

Definición

Bength⁶ lo define como el daño a una superficie sólida, generalmente con una pérdida progresiva de sustancia débil durante el movimiento relativo entre la superficie y el elemento de contacto, lo que provoca esencialmente un deterioro de la superficie que se encuentre bajo la influencia de un frotamiento; ya que este deterioro parece ligarse íntimamente a los fenómenos de superficie, menciona Burdairon¹², por lo que sugiere él no es posible definir una propiedad de resistencia al desgaste. En cambio Eykmann²⁴ y Suzuki⁵¹ sugieren que como el frotamiento es el elemento primordial, entonces este último sea el que se mida tanto en su mecanismo, como sus dos parámetros (frotamiento en líquido y seco).

Importancia

La resistencia al desgaste, citan Vega⁵³ y Suzuki⁵¹, además de tener que ver con la naturaleza y tamaño del relleno, es mejorada por la presencia de los agentes acoplantes, e influye dependiendo la zona expuesta; por ejemplo no será lo mismo restaurar un ángulo incisal que una cara oclusal, aunque también en éste último ejemplo no se debe olvidar elementos como el diseño de la cavidad, etc. Cuando se considera la resistencia al desgaste de los compuestos explican Freiberg²⁶ y Suzuki⁵¹, se debe considerar la naturaleza del antagonista, tanto para pruebas en laboratorio, como en la clínica, pues el clínico debe aplicar su conocimiento y su criterio en la decisión final.

Leves De Frotamiento

Estas leyes de frotamiento nos llevan al desgaste según expone Guzmán²⁸ en su literatura son las siguientes:

- La fuerza de resistencia al deslizamiento de un cuerpo sobre otro (frotamiento estático) es proporcional a la carga
- Es independiente a las dimensiones de las superficies usadas
- El frotamiento cinético o la fuerza necesaria para mantener el deslizamiento de un cuerpo sobre otro es inferior al frotamiento estático.

Estas leyes tienen que ver con el mecanismo de frotamiento como a continuación se explica.

Mecanismos De Frotamiento

Las dos primeras leyes menciona Guzman²⁸, tienen el mismo carácter de superficie explican los anteriores autores, ya que nunca podrán ser totalmente planas, sino que presentan salientes y oquedades, y estas protuberancias, serán las que soporten la totalidad de la carga, salvo si están ubicadas en las oquedades; así las salientes serán las primeras que se deformaran elástica y posteriormente plásticamente, en proporción al aumento de la carga, pudiendo llegar a producirse cohesión entre ambas superficies. Según la tercera ley, cuando el frotamiento cinético es seco, el importante recalentamiento producido ocasiona una disminución del límite elástico, por lo tanto, la adhesión es proporcional al estado estático. Por lo tanto la proporcionalidad entre la carga y la fuerza de frotamiento solo se aplica en el frotamiento en seco; en el frotamiento líquido, en el que intervienen la viscosidad, la resistencia al frotamiento, dependen del gradiente de velocidad y de la capa lubricante. Así cuando el frotamiento esta reducido al mínimo, el desgaste lo esta igualmente; pero si la presencia del lubricante disminuye el desgaste al reducir el frotamiento, y el desgaste es un tanto más débil cuanto más dura la sustancia, salvo que este bajo la influencia de un choque o una sustancia

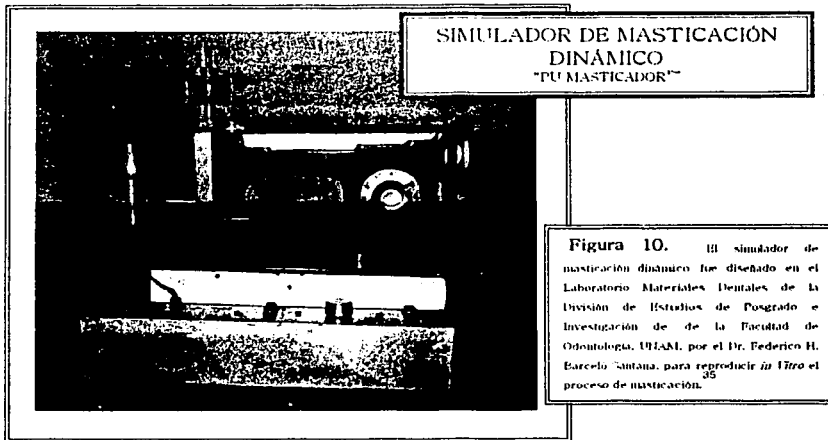
abrasiva, el cual acelerara el desgaste. Las propiedades elásticas desempeñan un papel importante, sobre todo en el desgaste abrasivo.

Métodos De Desgaste

Para realizar pruebas *in Vitro*, López³⁵ enumera cuatro métodos importantes:

- Método de Disco y Aguja.- Consta de un disco (material a valorar) rotatorio con determinadas revoluciones por minuto; y una aguja o cincel de material abrasivo, donde con presión controlada se deja una zanja en el disco que medirá el perfilómetro para determinar la cantidad de material perdido, se puede control la temperatura e irrigar.
- De Oscilación.- Es realizado entre “dos cuerpos” (abrasivo y espécimen), debe medirse el desgaste elaborando especímenes del material que se introducen en cápsulas para amalgama junto partículas abrasivas que se seleccionan, para llevarse a un aparato amalgamador modificado en tiempo, pero no en frecuencia. Cada determinado ciclo se pesa la muestra para compararse con el peso inicial.
- Simulación de Cepillo Dental.- Utiliza “tres cuerpos” (cepillo dental, solución abrasiva, diente), simula la acción que tendría el cepillo dental en el diente con la presencia de un abrasivo (de dureza definida). El resultado se obtiene al comparar el peso antes y después de la prueba.
- Simulación de Masticación.- Es un sistema tridimensional por estudiar el desgaste que sufren los materiales y el diente o dos de ellos según se requiera, las combinaciones y las cargas dependen de lo que se requiera, el sistema generalmente es diseñado por el investigador, por ejemplo el que se muestra en la Figura 10, el cual puede ir impulsado por energía eléctrica y controlada con ciclos de movimiento por minuto. Entran en contacto directo los materiales a evaluar (se puede incluir un tercer cuerpo abrasivo), e irrigar constante con agua (u otro liquido) incluso controlar la temperatura. Las mediciones van desde la observación

macroscópica hasta la microscopia electrónica pasando por instrumentos como el profundímetro (mide el desgaste en facetas específicas), tornillo micrométrico, perfilómetro, etc.



Descripción del Simulador Dinámico y sus partes. (Figura 10)

- Base: sostiene el cuerpo del simulador y a su vez aloja el control maestro de velocidad (graduado con un estroboscopio), la irrigación y al termostato; en su parte interna se encuentra el motor que da dinamismo al sistema (motor Singer CAT WZC3-8, 120v, 65W, 50-60Hz). La parte inferior de la base proporciona protección a un segmento de una serie de bielas que al activarse el motor transmiten movimiento.
 - o Del lado izquierdo de la base se encuentra un recipiente para contener agua o cualquier otro líquido que se elija para irrigar,

dentro de este recipiente hay una bomba de agua (Ri0 90, 115v, 60hz 901/h, 2-8w), y una manguera para la distribución del agua hacia la muestra por medio de dos conductos metálicos (debajo de la plataforma inferior y de la biela inferior esta un recipiente que recibirá el agua y al estar interconectado con el recipiente principal cerrará el círculo para reciclar el agua del sistema).

- El termostato (Radiant NOM-055-ANCE) mantendrá la temperatura deseada, en la tapa de este se encuentra un orificio para colocar un termómetro y verificar que la temperatura sea constante. Alrededor del tubo de cristal del termostato hay hule espuma para protección de las vibraciones ocasionadas por el movimiento.
 - o Controlador del movimiento: esta localizado en la parte frontal del cuerpo del simulador, tiene forma circular, y nos ayuda a elegir el tipo de movimiento.
- Cuerpo del simulador: es una estructura sólida, pero hueca por el centro, en su interior da sostén a un sistema complejo de:
 - o Bielas y balancines que darán el movimiento deseado de la masticación; el movimiento del motor se trasmite a este sistema por medio de una polea de 10 cm de diámetro que se encuentra fuera del cuerpo unida a la polea del motor por una banda de hule de 4.7 x 670mm.
 - o El balancin, esta localizado al final del sistema de bielas en la parte superior del aparato, se le puede adaptar un cepillo (para las pruebas de cepillo dental).
 - o Los vástagos, se encuentran en la parte superior izquierda del cuerpo, los cuales en su parte superior tienen un embudo en donde se colocará la carga deseada. En su extremo inferior se localiza un orificio donde entra un tornillo que sostendrá la plataforma de trabajo superior.

- En la parte inferior del aparato en el extremo izquierdo de la base, termina el sistema de bielas, este sistema de bielas transmite el movimiento originado en la parte superior del aparato y en su última sección presenta un balancín que proporcionará los movimientos en la dirección deseada, al final de la biela ya dentro del recipiente de agua inferior, se localizan dos orificios que sirven para fijar con tornillos la plataforma inferior de trabajo.
- Plataformas de trabajo: son de acero inoxidable, y ayudarán a dar sostén a las muestras, además tienen dos orificios de cada lado para poder atornillar las muestras:
 - Plataforma superior: en su base tiene un orificio en el centro que servirá para colocar un tornillo y puede fijarla al sistema de vástagos superior.
 - Plataforma inferior: en su base y del lado derecho, presenta dos orificios que concuerdan con los de extremo de la bisela inferior, para fijarla a ella con tornillos
- Acrílicos prefabricados: son dos y se encuentran montados en las plataformas tanto superior como inferior, son las que directamente sostendrán las muestras
 - El acrílico superior consta de dos partes, una de cada lado de la base y en el centro tiene un socavado que sirve para que con acrílico auto polimerizable se dé sostén y retención a un órgano dentario.
 - El acrílico inferior tiene un socavado en forma de círculo de las mismas dimensiones que el conformador donde se preparan las muestras, en un extremo presenta una franja que servirá de retención para que no gire la muestra.
- El motor del sistema trabaja con corriente eléctrica que para evitar variaciones en el voltaje, se utiliza un regulador de voltaje.

3.1.2.2.1. Resistencia al Desgaste para Artglass

- Es óptima la resistencia al desgaste para Artglass según Bottino⁹, Erdrich¹⁹⁻²², Freiberg²⁶ y Kulzer²⁹ al ser similar a la dentición natural, en sus informes Leinfelder³⁴ reporta en su literatura que en una investigación realizada por Kreji, el desgaste *in Vitro* para Artglass fue de 4 μm cuando se simuló un año, de forma similar las resinas foto curables obtuvieron en promedio 4 a 5 μm , Leinfelder³⁴ menciona además que el desgaste de Artglass se puede atribuir a su incorporación de monómeros multi funcionales, y a la presencia de un pequeño rango de distribución en las partículas de relleno de silicato de bario que además son de tamaño uniforme.
- Shellard⁴⁹ en una simulación de desgaste de cinco años *in Vitro*, utilizando a Artglass y reporto que fue de 55 μm .

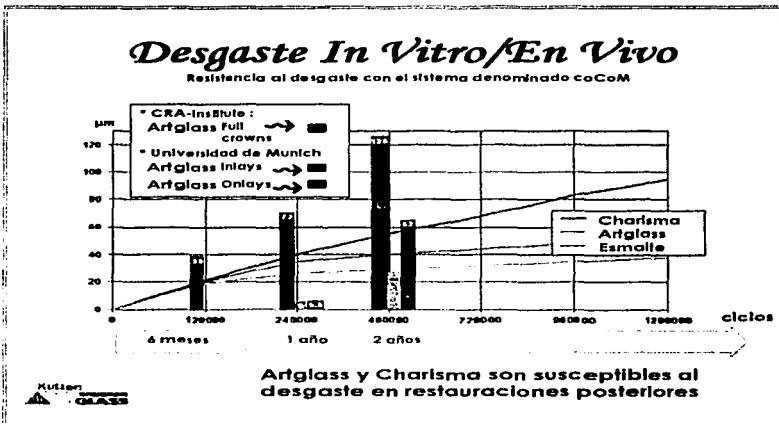


Figura 11. El Instituto de CRA y la Universidad de Munich, registraron el desgaste *in Vitro* para Artglass comparándolo simultáneamente con Charisma y el esmalte humano en periodos de tiempo equivalentes a 6 meses, 1 año, 2 años con el propósito de predecir un futuro en boca, para lo cual establecieron ciclos específicos tanto para las preparaciones de tipo Inlay, Onlay y totales, todas con un sistema común, el conocido como coCoM, según Marin³⁷.

- Debido a que el material presenta gran potencia para crear altos niveles de unión cruzada que mejoran el control sobre las posiciones de las cadenas de carbón donde ocurre la unión cruzada ocasionando que este tipo de unión mejore la resistencia al desgaste junto con otras propiedades físicas y mecánicas, según afirma Leinfelder.³⁴ La matriz de Artglass se ve en la Figura 22.

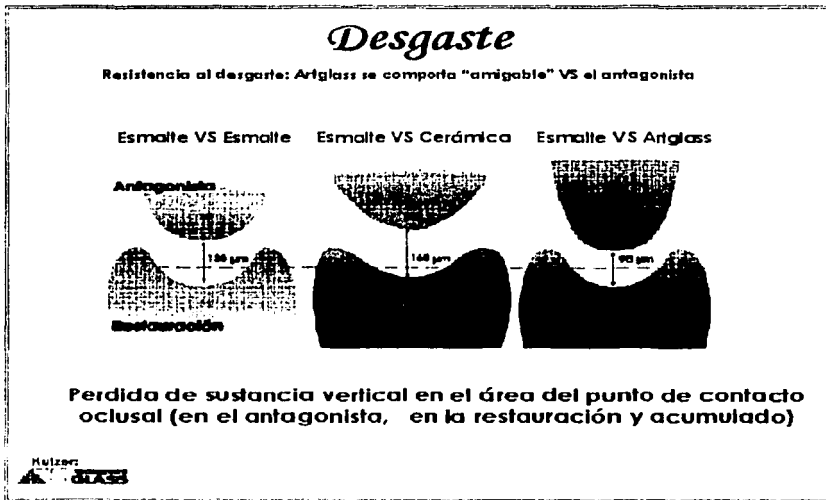


Figura 12. En una simulación de 5 años evaluada por el fabricante³² reportó que Artglass mostró ser poco abrasivo por lo que el fabricante lo considera como amigable cuando contacta con el antagonista natural. Se hizo una comparación como se observa arriba donde contactan el esmalte contra el esmalte, esmalte contra cerámicas y esmalte contra Artglass, donde con las mismas condiciones se reporto un desgaste de 125, 160, y 90 µm respectivamente en un sentido vertical, como se observa que se acumula en la restauración, y para el antagonista de 10, 120 y 40 µm respectivamente, según reportes de Marin³⁷ y Erdrich¹⁹.

- El desgaste que sufre, es posible que resulte gracias a su bajo módulo de dureza. Mostrando así el material una solidez que es equivalente a la estructura del diente, según el fabricante, Eykmann²⁴ y Nizan⁴¹.

3.1.2.2.2. Resistencia a La Abrasión en Artglass

- Su abrasión es de 40 a 70 μm después de 5 años en una simulación masticatoria según reporte Erdrich²⁰, el estudio fue realizado en la Universidad de Zurci a cargo del Prof. Lutz, además con el mismo método obtuvo para las cerámicas 20 a 60 μm , y el esmalte humano 30 a 50 μm . Estos datos son similares a los que Shellard⁴⁹ muestra en su ensayo.
- Artglass se puede aplicar en toda el área masticatoria señala el fabricante³¹ y otros autores ^{20,21,36,51,55}, pues la armonía entre el sistema de unión, el opacador y propiedades del material ayudan en conjunto con la resistencia a la abrasión en áreas de masticación, mejorando a los composites incluso cuidando más al diente antagonista que las cerámicas, y evitando así el uso del soporte metálico.
- Su resistencia a la abrasión es de 29.8 μm . dato que reporta Overview⁴³ y dice que en oposición al esmalte es de 7.62 μm , y en la atrición alcanza al diente (esmalte humano de 91.8 μm .).
- El incremento en el contenido de relleno (en la matriz), dice Kulzer³¹, Freiberg²⁶ y Nizan⁴¹ le proporciona aumento en el nivel de resistencia a la abrasión.

3.1.2.2.3. Dureza para Artglass

- Erdrich¹⁹ y Pensler⁴⁴ coinciden en que la dureza para Artglass es ligeramente superior al diente natural, pero guarda relación en cuanto a los valores con los antagonistas, debido a que el polímero de vidrio presentan una superficie que se parece a la estructura dental en su composición proporcionado con esto bienestar al paciente al integrarse fácilmente al medio bucal. Figura 13.



- Bottino⁹ Goldstein²⁷ y otros autores ^{19,20,24,25,26} mencionan que el moderado contenido de carga de vidrio en Artglass es lo que proporciona una dureza similar a la dentina (350 a 400 MPa, y se ve en la Figura 13) por lo que se considera de dureza fisiológica pues contribuye en la masticación al brindar confort y respetando al antagonista este comportamiento amable no ocurre con los materiales cerámicos pues exceden su dureza (Vickers) sobre la dentina y esmalte provocando que la dureza de estos últimos sea no fisiológica para el paciente, coincidiendo en esto último con Nakamura⁴⁰ y Nizan⁴¹.

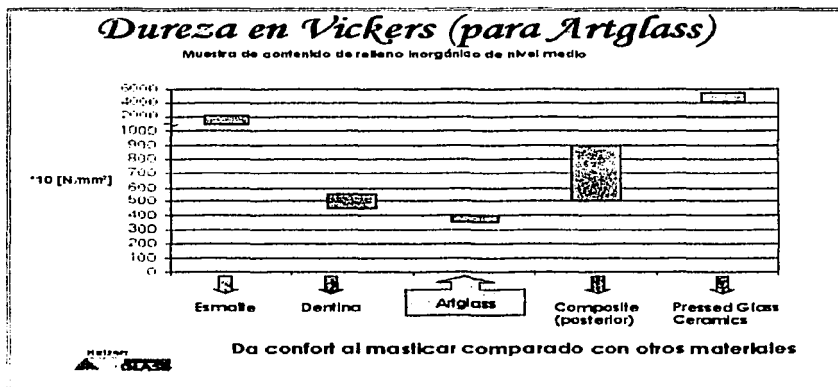


Figura 13. Este esquema muestra la dureza que ha registrado Erdrich ²⁰ para Artglass y que al mismo tiempo la ha comparado con diversos materiales como las cerámicas, resinas, aleaciones y estructuras dentales naturales, en donde el polidivrio gracias a esta propiedad puede brindar confort al masticar.

- Erdrich²⁰ dice que la superficie polimerizada del material tiene una dureza de 380 ± 20 MPa (Vickers), afirmando ser claramente baja cuando se compara con la del esmalte (3100 a 3500 MPa), las cerámicas (4500 a 6000 MPa, como se nota en la Figura 13), las aleaciones de oro y resinas convencionales para coronas y puentes (160 a 300 MPa), incluso comparadas con las resinas de composición híbrida (350 a 500 MPa).

3.1.2.3. COMPRESIÓN

Definición

Según Combe¹³, Guzmán²⁸ y Mc Cabe³⁸ en este tipo de carga de compresión las dos fuerzas son externas al cuerpo o muestra, además opuestas entre sí aproximándose sobre la misma recta provocando que el material sea oprimido cuando inciden creando una fuerza interna igual en magnitud, pero en dirección opuesta, como se nota en la Figura 14. Ambas propiedades muchas veces mejoran al aumentar la carga de relleno ejemplifican Freiberg y Ferracane²⁶ en su literatura.

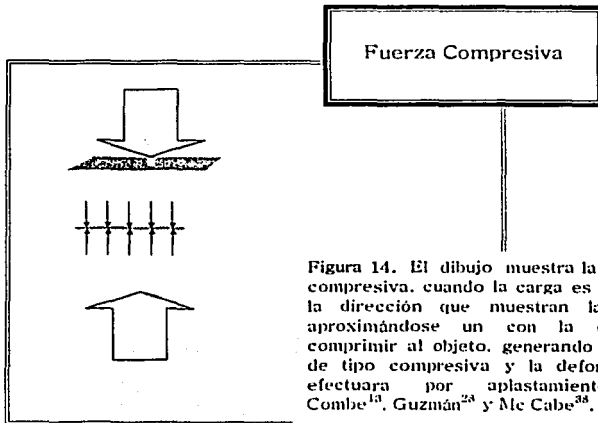


Figura 14. El dibujo muestra la resistencia compresiva, cuando la carga es recibida en la dirección que muestran las flechas, aproximándose un con la otra, para comprimir al objeto, generando una fuerza de tipo compresiva y la deformación se efectuara por aplastamiento, según Combe¹³, Guzmán²⁸ y Mc Cabe³⁸.

Calculo de la Resistencia Compresiva

Este tipo de deformación "E" (Ecuación 2) se puede expresar como Combe¹³ señala y tambien se aprecia en la Figura 15, con las ecuaciones que aparecen en la misma:

$$E = \frac{e}{L}$$

Ecuación 2.

Calculo de la Resistencia Compresiva, según Combe¹³

Donde:

E = deformación

e = cambio de longitud

L = longitud original

Cuando se expresa como un porcentaje es: $100 e/L$.

Calculo de la magnitud de compresión:

Ecuación 3 Deformación = $\Delta L / L$

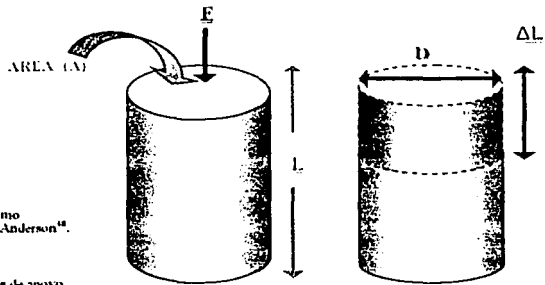


Diagrama que indica como se calcula la compresión, según Anderson¹⁴.

donde:

L = distancia entre los puntos de apoyo

D = diámetro

F = fuerza aplicada

A = área

Ecuación 4. Compresión F/A

Figura 15. Este esquema muestra como Anderson³⁸ sugiere como se calcula la compresión y como es que se toman en cuenta las dimensiones de las muestras.

3.1.2.3.1. Resistencia a la Fractura para Artglass

- En la resistencia a la fractura se mide la energía que puede absorber un cuerpo sin llegar a la fractura según explica Erdrich¹⁹⁻²¹ este autor reporta valores de 120 ± 10 MPa en Artglass, para el esmalte de 10 MPa y para la dentina de 45 a 55 MPa al final de su reporte concluyen que la resistencia a la fractura es mayor que la del esmalte, dentina e inclusive que la aleación cerámica bajo condiciones de tensión sin llegar a la fractura.
- Mientras que en su resistencia a la fractura *in Vitro* ha sido reportada de 1.9 MPa por Shellard⁴⁹. Figura 16.

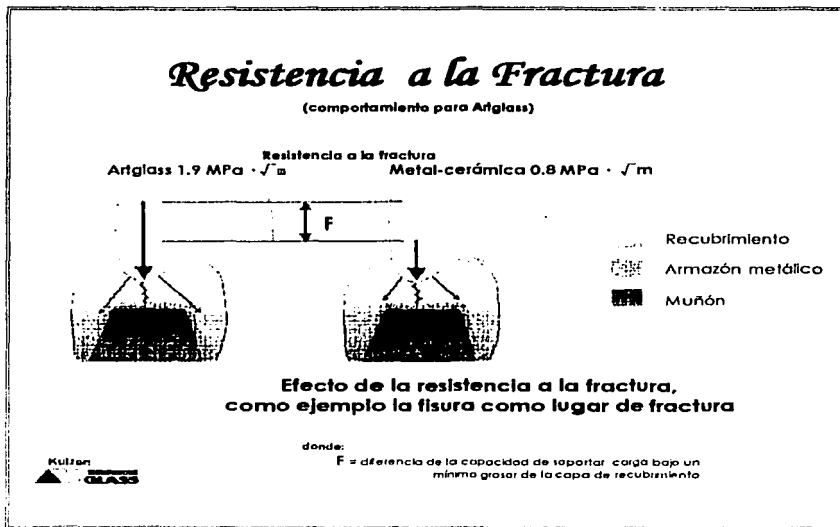


Figura 16. Shellard⁴⁹ ejemplifica el comportamiento que Artglass muestra cuando se valora la resistencia a la fractura, asigna *in Vitro* un valor de 1.9 MPa y compara al mismo tiempo lo que sucedería con las restauraciones de metal cerámica a las que les da un valor de 0.8 MPa ambas en condiciones similares, pero sin indicar el valor de la fuerza aplicada, y que el fabricante¹⁹ lo toma como referencia en su perfil técnico, al igual que Mrin³⁷ en su literatura.

- El fabricante³¹ coincide con Erdrich¹⁹, Eykmann²⁴ y Freiberg²⁶ al mencionar que la óptima composición de los componentes y la incorporación del vidrio incrementan la resistencia a la fractura. para hacer a Artglass conveniente en ambas indicaciones, los soportados y libres de metal y según la evaluación crítica de algunos estudios²¹.
- La resistencia a la fractura para Artglass según comenta en su literatura Bertolotti⁸, Freiberg^{25,26} pero sin dar reportes exactos es óptima para Artglass comaparado con las ceramicas.

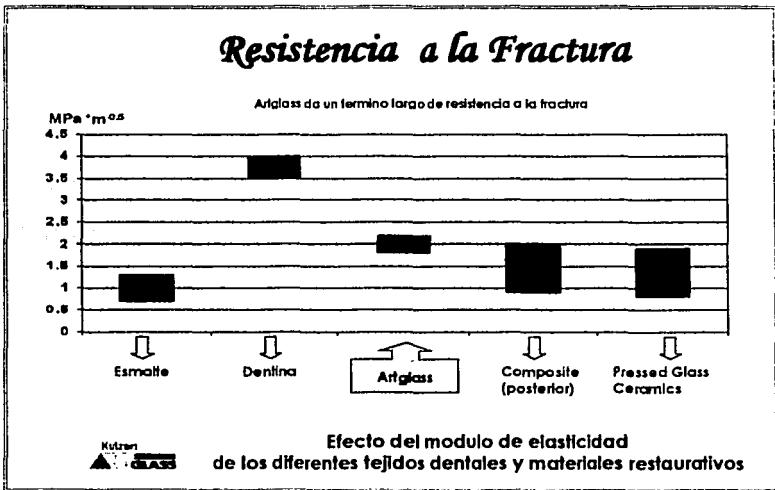


Figura 17. El comportamiento de Artglass en cuanto a la resistencia a la fractura con valores en MPa como se observa en la imagen basado con lo que reporta Shellard⁴⁹ donde Artglass con su resistencia a la fractura *in Vitro* de 1.9 MPa en promedio lo compara con la de las restauraciones de cerámica de 0.8 hasta casi 2 MPa con los composites de casi 1 a 2 MPa, la dentina de 3.5 a 4 Mpa, y al esmalte de 1 en promedio, imagen que tambien exhibe Marin³⁷.

- Erdrich²⁰. Figura 18. presenta la resistencia a la fractura que se dan en diversos materiales y que según el autor pueden marcar parámetros de

resistencia al impacto y resistencia a la fractura para compararse con Artglass

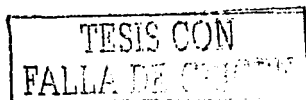
- Para las cerámicas, la parte correspondiente a la dentina es reforzada comúnmente con el uso de material metálico ya que el metal es más maleable por mas tiempo sobre la dentina, incluso que todos los materiales chapeados al demostrar que alcanza 0.2 % de limite de elasticidad; Erdrich²⁰ dice, si comparamos a las cerámicas con 50 a 150 MPa en su resistencia a la fractura comprenderemos por que los módulos de elasticidad de los materiales chapeados generalmente son mejorados por un sustrato metálicos, mientras que Artglass como explica este autor se puede exentar de la compañía obligada del metal, porque su resistencia a la fractura Artglass puede llegar a ser de 200 a 700 MPa.

Resistencia al Impacto y Resistencia a la Fractura		
MATERIAL	RESISTENCIA AL IMPACTO (DIN 53453) (KJ/m ²)	RESISTENCIA A LA FRACTURA (ASTM Standard E399-81) (MPa m ^{1/2})
Coronas y puentes (por ejemplo Dentacolor*)	2.0 ± 0.7	1.2 ± 0.2
Chapeado de cerámicas Coronas totales de cerámica	1.5 ± 0.5	0.8 ± 0.2 1.3 ± 0.2
Composite híbrido (por ejemplo Carisma*)	1.19 ± 0.6	----
Oxido de aluminio y cerámica de alto rendimiento	----	2 - 4
Metales	----	20 - 40

Figura 18. Albert J. Erdrich²⁰, comparo las propiedades de resistencia al impacto de diversos materiales.

3.1.2.3.2. Propiedades Estéticas y del Color en Artglass

- Agradable estética comenta el fabricante³¹ y Bertolotti^{7,8}, debida en parte por la gama de colores disponibles para caracterizar y por sus propiedades ópticas (light-transmitting). Además se pueden elegir y combinar los 16 colores¹⁸ (ver en la Figura 27) según el colorímetro *Vita* (*Vita Lumin Vacuum*) de entre tonos dentinarios y opacadores que están bien definidos para el esmalte y dentina comenta Goldstein²⁷, Ziesch⁵⁵; también existen tonos de esmalte, efectos de zonas incisales, oclusales y cervicales agrega el fabricante,^{30,31} todas las masas son estables cromáticamente por el ajuste exacto del iniciador en la polimerización reactiva a los componentes garantizando la estabilidad del color durante la polimerización, declara Erdrich¹⁹.
- Erdrich^{19,20}, Eykmann²⁴ y Ziesch⁵⁵ explican que Artglass puede ofrecer alto grado de pulido porque las partículas del material son ligeramente rugosas, a semiesféricas y esféricas, con el tamaño promedio de 1 a 2 μm . y en caso de que sea pobre este pulido no ayuda a la estética y a la no acumulación de PDB.
- Su fórmula de poli vidrio es más compleja que la de las resinas convencionales según Bottino⁹, Erdrich²⁰, lo cual incrementa estas propiedades. Erdrich¹⁹ explica que Artglass ofrece colores naturales que son posibles obtener a partir de la aplicación del opaquer, siendo el color final independiente del grosor de la capa del material.
- Se puede obtener la misma impresión del color en espesores de capa de 0.5 mm y hasta 1.5 mm, lo que permite realizar trabajos con la mínima intrusión en las piezas dentales logrando la no intromisión en la relación céntrica del paciente, según el fabricante³¹ y Erdrich^{19, 20}. Figura 28 de los espesores que se requieren para Artglass.
- Para el esmalte (opalescencia) tiene tres sombras en el rango de gris a blanco, para brillante, intermedio y oscuro (en *Vita*); el tono más oscuro lleva al uso de pigmentos rojo y azul, en lugar de negros, para dar una



característica de opalescencia como la del esmalte humano según Erdrich²⁰

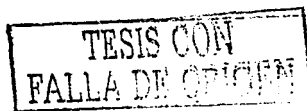
- Erdrich^{19,20} también comenta que inclusive al combinar muy bien la masa traslucida (Artglass Effect), se logra un mejor efecto estético, y hasta evitar el uso del opacador, al mismo tiempo se obtiene una transparencia del 70 % en la capa de espesor de 1 mm y por cada 0.1 mm la transparencia incrementa más del 90 %. Por lo que Artglass se puede emplear en carillas (con o sin opaquer) únicamente combinando las masas de dentina con sus correspondientes efectos, estas combinaciones son más aconsejable en los puntos de contacto para favorecer la transmisión del color del diente contiguo, en lo que se denomina "efecto camaleónico".
- Según Kulzer³¹ el opacador es un mono componente foto curado, que ha sido diseñado para que su espesor sea mínima y se forme una diferencia pequeñísima de color en las capas superiores (quede enmascarado). Esta habilidad de enmascarar es posiblemente según Bertolotti^{7,8} y Burdarión¹² a la dispersión de la luz visible, más bien a la transmisión de la luz a través de Artglass, también puede actuar como sellador, incluso en metal de coronas y P.P.F. (prótesis parcial fija).
- El dispensador de color comenta el fabricante³¹, simplifica el procedimiento. Figura 30.

3.1.2.3.3. Otras Propiedades

- La energía masticatoria es sustancialmente absorbida por el material. El resultado, es sólo una mínima porción de energía transferida al tejido o interfase. Por el contrario los materiales cerámicos absorben esa pequeña energía masticatoria y del mismo modo la transfieren; un ejemplo más notorio es en restauraciones coroneales de los implantes, pues la cerámica

frecuentemente provoca alto nivel de óseo desintegración ya que causan deterioro más rápidamente en la interface de los implantes, por que la energía la absorben y trasferen de igual fuerza al hueso afirma Leinfelder³⁴ mientras que Artglass, absorbe esa energía fisiológicamente atenuada, cooperando con la longevidad del implante completa Bertolotti⁸

- Nizan⁴¹ y otros autores^{26,31,44} advierten que el incremento en el contenido de relleno, (en la matriz de relleno) del material aumenta el nivel de resistencia a la abrasión, igualándose casi a la del diente natural. Este cambio físico y químico en la matriz se debe a la reducción de la hidrólisis optimando al mismo tiempo la integridad marginal y la estabilidad del color al grado de elevar las propiedades ópticas (como lo es la traslucidez, opalescencia y fluorescencia), gracias en parte a la introducción de cristales en el relleno inorgánico.
- Puede ser deformado bajo las fuerzas fisiológicas aceptables, esto es especialmente interesante para las restauraciones libres de metal comentan Lacy³³ y Nizan.⁴¹
- Su efecto amortiguador esta dado por el vidrio poliédrico, (elástico) haciendo su aplicación útil en los implantes con recubrimientos totales.
- Este polividrio brinda una ventaja en su sellado al tener un grado de expansión lineal similar al del diente. Por el contrario la diferencia del coeficiente de expansión térmica en las inlays de porcelana y el cemento es mayor, según explica Nizan F.⁴¹
- Por la baja contracción en la polimerización de Artglass y la alta estabilidad en sus pastas, el terminado final se puede construir con las mínimas correcciones si es necesario, citan Eykmann²⁴ y Kulzer³¹



- Bottino⁹ agrega que la baja absorcion de agua mejora la resistencia a la decoloración.
- Kulzer³¹ para la solubilidad en agua reporta lo siguiente, que notamos en la Figura 19 :

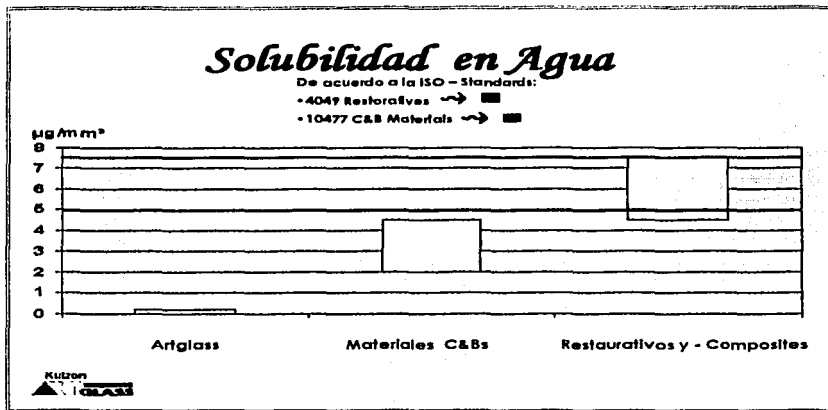


Figura 19. Es la solubilidad que muestra Artglass comparándose con otros materiales restaurativos de acuerdo a la ISO 4049 e ISO 10477, en la que los materiales restaurativos mostraron mayores valores, siguiéndole los convencionales y comportándose de mejor manera Artglass según Marin³⁷.

3.1.3. DIFERENCIA DE ARTGLASS CON LOS MATERIALES CONVENCIONALES

Eykmann²⁴ dice que Artglass, difiere de los materiales convencionales y composites por su composición y estructura (se puede comparar en la Figura 21 y 22), explica Erdrich¹⁹ especialmente, que en la densidad de enlace por contener materiales reológicamente activos en la matriz polimerizable, ofreciendo una densidad de compactación muy superior, y mayor facilidad de manipulación (característica por lo que se puede utilizar en recubrimientos totales con fijación al metal).

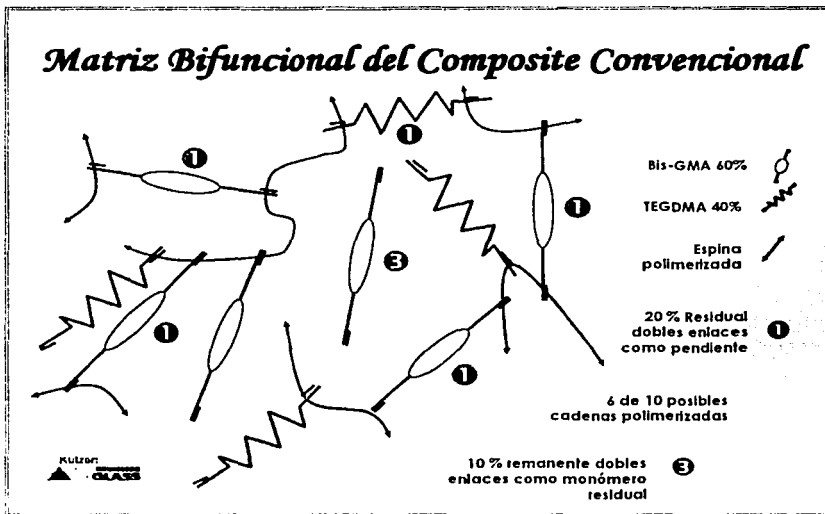


Figura 20. Esta ilustración nos muestra como es la matriz bifuncional del composite convencional en la que se observa el alto porcentaje de bis GMA, con la formación de 6 de 10 posibles cadenas polimerizadas en la que el 20% de los enlaces dobles quedaran pendientes en el proceso de la polimerización y el 10% quedaran como monómeros residuales, según Marín³⁷. Esto nos lleva a aclarar porque los composites convencionales aglutinan sus componentes inorgánicos mediante una matriz orgánica denominada bis GMA, que limita el número de enlaces creando una estructura con baja densidad de enlace, expone Erdrich¹⁹ en su publicación.

Eykmann²⁴ explica la composición del material en dos definiciones :

1. Artglass está compuesto de 3 vidrios y un tipo de vidrio organico (ver en la figura 4). El material no solo contiene las mismas partículas finas de vidrio de bario, silicato y aluminio, uno es reológicamente activo, el gel de silice. El vidrio orgánico como también se conoce al Vitroid® está finamente triturado, y acompañado con ésteres multifuncionales de ácido metacrílico de peso molecularmente alto pero de la misma densidad que la red y estructura amorfa, similar que la del vidrio orgánico.

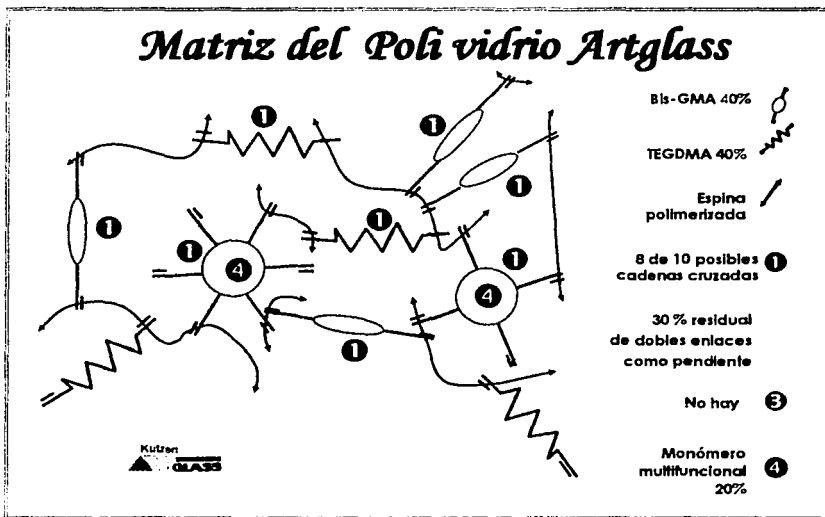


Figura 21. En la figura se observa como Artglass posee de 4 a 6 grupos funcionales, dando así una mejor oportunidad de grado de conversión (8 de 10) para crear un alto nivel de enlaces cruzados, y a diferencia del composite convencional Artglass no posee remanentes de dobles enlaces. Además de aglutinar sus componentes inorgánicos en un bajo porcentaje del 40 % en la matriz de bis-GMA lo hace también en el vidrio orgánico denominado Vitroid el cual por ser multifuncional al permitir realizar un mayor número de enlaces generando una estructura con elevada densidad de enlace igual que los cristales naturales del diente *expos* Erdrich¹⁹, Freiberg²⁶ y Leinfelder²⁴.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

2. debido a la combinación de dos grupos de vidrios (Vitroid por un lado y el silice, aluminio y bario por el otro) y los componentes del metacrilato multi funcional reactivo, crea una especial composición llamada polividrio. El alto enlace doble, la estructura amorfa y el vidrio orgánico (Vitroid) está conectado por silanización con el relleno de vidrio inorgánico multi funcional (Figura 22). Comparando las propiedades mecánicas y físicas de Artglass formando un material homogéneo llamado *Polymerglass* por la cual es superior a los materiales de restauración convencional, además es similar a los materiales de cerámica convencionales cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas. Especialmente en el rango elástico, pero con dureza baja alejándolo así de la fragilidad de estos materiales cerámicos.

El vidrio orgánico es el encargado de esta verdadera diferencia, ya que los composites aglutinan sus componentes inorgánicos mediante una matriz orgánica bifuncional denominada bis-GMA como se muestra en la Figura 21 limitando el número de enlaces que es capaz de crear, y por tanto, generan una estructura con baja densidad de enlace. El Artglass emplea para este fin además de bis-GMA, un vidrio orgánico llamado VITROID® (Figura 22) que es multifuncional y permite realizar más número de enlaces igual que los cristales naturales confiriendo una serie de propiedades inexistentes en los composites expresa Erdrich¹⁹. Por otra parte Leinfelder³⁴ asegura que la relativa mayor incorporación de enlaces cruzados y el curado selectivo en el UniXS®, puede dar un carácter más quebradizo a la restauración final, y para evitar esta característica la cantidad de carga se redujo (aproximadamente un 70% del peso), así se perfeccionó el peso, facilitando al mismo tiempo la manipulación para los técnicos en prótesis; el índice de refracción se ajustó para asemejarse al de la cerámica menciona además Bottino⁹, Lacy³³ y Pensler⁴⁴.

Ventajas De Artglass Sobre Las Cerámicas Y Composites

Ventajas

ARTGLASS	CERÁMICA	COMPOSITES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dureza tenaz ▪ Bajo grado de fragilidad ▪ Elevada resistencia a la fractura ▪ Estabilidad del color durante la polimerización ▪ Proceso de silanización optimizado ▪ Presenta colores naturales (16 en Vita) que se pueden combinar ▪ Opacador monocomponente ▪ Las asperezas son indistinguibles, proporcionando superficies lisas y tersas ▪ Alta posibilidad de brillo ▪ Resistencia a la abrasión y desgaste ▪ Comodidad fisiológica y resistencia a cargas masticatorias (noble al antagonista) ▪ Elaboración y manipulación sencilla en laboratorio y en la consulta, por lo que se puede incorporar fácilmente en la práctica cotidiana ▪ Fácil reparación intra oral ▪ Costo menor que los cerámicos ▪ Capacidad de modelado estable ▪ En la polimerización casi no sufre contracción ▪ Biocompatibles ▪ Para todo tipo de aleación y muy compatible con los metales sobre todo Ni-Cr, y Au ▪ No se desperdicia por el sistema de aplicación ▪ El riesgo de desprendimiento es menor que el de las cerámicas ▪ Buena unión con cementos duales ▪ Resistencia a la PDB ▪ Resistencia a la hidrólisis (baja absorción de agua), lo que mejora la resistencia a las decoloraciones ▪ Aplicaciones amplias ▪ Puede reparar a la porcelana ▪ Las preparaciones dentales son iguales a las de las cerámicas y composites ▪ La recomendación para la reparación incluye: aplicación a la superficie de chorro de óxido de aluminio 50 µm o ataque con ácido fluorhídrico con una concentración variable del 8 -9.5 % 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Buena imagen debido a su estética ▪ Mejor estabilidad del color ▪ Resistencia a la abrasión ▪ Resistencia a la PDB ▪ Más duradera, ya que han mostrado un largo tiempo de supervivencia 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Son más ideales como provisionales ▪ Manejo sencillo ▪ Posee elasticidad necesaria para recubrimientos de una sola superficie en coronas cónicas ▪ Selección del color ▪ Presentan una resistencia más acorde (que las cerámicas) con las durezas encontradas en la boca

Figura 22. Imagen que enlista las ventajas de Artglass cuando se compara con las cerámicas convencionales y los composites según una recopilación de gran parte de las referencias bibliográficas de esta investigación.

Artglass comparado con resinas de laboratorio, según literatura de Bottino.⁹

Resinas compuestas de laboratorio

NOMBRE COMERCIAL	FABRICANTE	POLIMERIZACIÓN	AGENTE DE UNIÓN	CEMENTO RESINOSO
Artglass	Heraeus Kulzer	Luz, calor	Solid Bond	2-Bond-2
belleGlass	Kerr	Calor, presión	Nexus 1,2,3	Nexus
Sculture	Jeneric/ Pentran	Luz, calor, vacío	Bond-1	Lut-It!
Solidez	Shofu	Luz	Sin especificación	Sin especificación
Targis	Ivoclar	Luz, calor, vacío, presión	Syntac	Variolink II Protec-CEM**
Veta Zeta LC,HC	Vita	Luz, calor	Sin especificación	Vita Cerec Duo Cement

** Cemento de ionómero de vidrio modificado con resina

Figura 23. Imagen que enlista algunas marcas comerciales de resinas compuestas para uso en laboratorio, en la que se señala para cada una su fabricante, tipo de polimerización agente de unión ideal y el cemento que se sugiere en su uso.

Composites recomendados para la reparación de las resinas de laboratorio.

NOMBRE COMERCIAL	RESINA COMPUESTA	PRIMER
Artglass	Carisma	Artglass liquid
belleGlass	Prodigo	Silane Primer, Modeling Resin
Sculture	Sculp-it	Sculture Thinning Liquid
Solidez	Sin especificación	Solibond, Satin Liquid
Targis	Tetric ceram	Targis Wetting Agent
Veta Zeta LC,HC	Vita zeta CC*	HCL Bond

* Resina de laboratorio (en polvo - líquido)

Figura 24. Son algunas sugerencias de composites para la reparación de resinas de laboratorio con sus respectivos primers.

Propiedades mecánicas de las resinas compuestas de laboratorio.

NOMBRE COMERCIAL	FABRICANTE	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
Artglass	Heraeus Kulzer	Media - alta	Media - alta
belleGlass	Kerr	Alta	Alta
Sculture	Jeneric/ Pentran	Alta	Media - alta
Solidez	Shofu	Media - alta	Media
Targis	Ivoclar	Media - alta	Alta

Figura 25. Se muestran resinas compuestas de laboratorio de diferentes marcas comerciales con sus respectivos fabricantes y la comparación entre ellos de la resistencia a la compresión en rangos de alta, media y baja cuando se presentan de manera didáctica las propiedades mecánicas cuando se emplean sin metal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Desventajas De Artglass Sobre Las Cerámicas Y Composites

Desventajas

ARTGLASS	CERÁMICA	COMPOSITES
<ul style="list-style-type: none"> • Poco conocimiento del material, lo que lo hace de dudosa calidad, y provocando un gran reto para lograr su aceptación • Duración hasta ahora reportada máxima de 5 años • Con cambios bruscos de temperatura puede sufrir contracción • El no utilizar ionómero de vidrio como base, es eliminar las retenciones y se llega a desgastar mucho tejido sano • No se puede colocar como antagonista de una porcelana ya que es susceptible como el esmalte al fracaso • Es mas caro comparado con el metal, pero más barato que la cerámica • Requiere restauración provisional • Restauraciones sin refuerzo de fibras deben cementarse con cemento resinoso 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto costo • No se puede reparar • El manejo complicado • Se desperdicia mucho material • Mayor cuidado en el mantenimiento. • Su dureza es no fisiológica, al no guardar relación con la que presenta el diente natural provocando un alto grado de desgaste al esmalte antagonista natural • O bien alterar la armonía oclusal • Suele involucrar gran desgaste del diente natural que se va ha restaurar, para obtener una mejor estética • módulo de elasticidad relativamente alto, más rígidos que el diente • Requiere restauración provisional • Pero más frágil para la técnica de las incrustaciones y quebradizo • Sin soporte metálico, sacrificara estructura dental 	<ul style="list-style-type: none"> • Mala imagen, por sus limitaciones estéticas • No se puede colocar en oclusal, por su baja dureza, fuerza mecánica y pobre resistencia • El arreglo en el laboratorio requiere preparación y aplicación de un <i>primer</i> seguido de la utilización de un compuesto de múltiple uso • Gran acumulación de PDB • Estabilidad del color muy mala • Requiere restauración provisional • Soportan cargas masticatorias pero con refuerzo metálico

Figura 26 . Se exponen las desventajas que muestra Artglass comparado con las cerámicas convencionales y los composites, los datos fueron obtenidos de una recopilación de toda la referencia bibliográfica.

3.1.4. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE ARTGLASS

Indicaciones:

Para poder abarcar un gran espectro de indicaciones se confirió al material de elevadas propiedades a la deformación y propiedades mecánicas similares, propias a las de la dentición natural, con el fin de elaborar restauraciones fisiológicas, indica el fabricante en su literatura^{15,16,17,31} y Erdrich¹⁹.

Sus indicaciones están dadas dependiendo del proceso destructivo de la pieza dental, pero se puede recomendar conforme a la siguiente clasificación; y en casos en donde las paredes quedan muy delgadas, y/o cuando el paciente requiera estética.¹⁸

- Restauraciones apoyadas con metal:
 - Prótesis fijas con armazón metálica
 - Prótesis removibles
 - Ataches
 - Puentes adhesivos
 - Coronas individuales posteriores (el metal suele ser Ni-Cr, o Au)
 - Zonas oclusales, y proximales
 - Coronas cónicas
 - Coronas telescópicas
 - Recubrimientos oclusales estables a la abrasión
 - Trabajos de implantes (estructuras de implante con infraestructura metálica)
 - Armazones de prótesis chapeados

- Restauraciones libres de metal:
 - Carillas *veneer*
 - Corona unitarias anteriores
 - Coronas totales
 - MOD
 - Onlays
 - Inlays
 - Coronas de poliglass reforzadas con fibras metal-free.
 - Provisionales de larga duración

El polímero al sustrato metálico se une aplicando un copolímero acrilonitrilo (sistema Kevloc[®]) previo a la colocación del metal y curado del material restaurativo, además por ser flexible tiene adhesión al metal explica Kulzer^{30,31} y Pensler⁴⁴.

Contraindicaciones:

Siempre evitar fracasos clínicos (con el juicio en la elección del material, para la indicación adecuada, esto es conocer tanto el alcance como el límite del material), que no siempre son provocados por las condiciones, ya que el éxito de cualquier restauración también está dada por el Odontólogo-Laboratorio-Paciente. Y algunas contraindicaciones para Artglass de acuerdo a Freiberg^{25,26} y Suzuki⁵¹ son:

- Márgenes subgingivales, pues el material tiende a retraer la encía.
- La presencia de más de un pónico entre dos pilares (prótesis de tres unidades con incrustaciones tipo Maryland).
- Donde anteriormente hubieron fracaso de otros materiales estéticos, como lo es en la mordida profunda o traumática.



Como agente sellante Eykman²⁴ dice que se utiliza el Insulating Pen I, (dos capas) después de 15 s Para el secado del producto se aplica el Insulating Pen II, el cual se dejara por 2min. Figura 27.

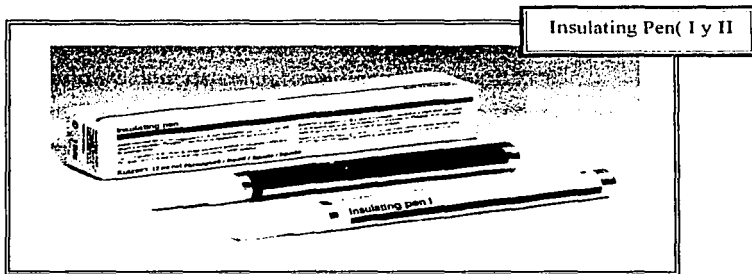


Figura 27. Se observan el agente sellante (separador) que se conoce con el nombre de Insulating pen I e Insulating pen II , ambos del mismo fabricante de Artglass .

Espesores Mínimos Para Artglass

Espesores Mínimos Que Requiere El Material

ESPESORES MÍNIMOS DEL MATERIAL	ZONA	TIPO DE RESTAURACIÓN
0.5 mm 0.7 mm 1.3 - 1.5 mm	Terminación gingival Cara labial Borde incisal	Veneer
0.5 mm 1.3 - 1.5 mm	Terminación gingival Todas las caras	Todas las coronas Inlay / Onlay
1.3 - 1.5 mm 2.0 mm	Áreas con carga masticatoria Ancho mínimo efectivo	La preparación de las cavidades es ligeramente divergente, y con bisel en áreas proximales

Figura 28. Espesores que se sugieren del material tomando en cuenta la zona en la que será colocada la restauración y el tipo de restauración, estos datos fueron tomados de la recopilación de toda la referencia bibliografica de esta investigación.

Manejo Del Material
(según el fabricante^{19, 31} y Nizan⁴¹).

Sobre Estructura Metálica.- Para una correcta adhesión del Artglass a la estructura metálica, es necesario el modelado de piezas anatómicas en dicha estructura para que tenga un correcto asentamiento el material. Una vez preparada la estructura, procedemos a la acrilización del metal mediante el Siloc, siendo necesario para estabilizarlo la aplicación de una fina capa de Artglass Opaquer. Posteriormente a la activación de la capa de unión al metal, procedemos a aplicar las distintas masas de Artglass buscando tanto la anatomía, funcionalidad así como la estética del paciente. La estructura se arena con óxido de aluminio de un grosor adecuado, siendo muy importante no contaminar el trabajo en esta fase del proceso.

Sin Estructura Metálica.- Las propiedades del material permiten que éste sea colocado sin estructura metálica, para preservar al máximo la estructura dentaria; únicamente con la combinación de las masas de Artglass se obtienen buenos resultados estéticos.

Cementación

(De restauraciones elaboradas con Artglass, conforme lo que sugiere el fabricante⁴⁵)

- Remover la restauración provisional de la cavidad,
- Probar en boca el sellado de la restauración,
- Seleccionar el color del material cementante,
- Aislamiento del campo operatorio,
- Acondicionamiento de la cavidad (puede ser con Gluma Etch 20 Gel por 20 s),
- Rayar la parte interna de la restauración sin tocar los biseles y limpiar la parte interna de la restauración con alcohol al 70%,
- Secar la cavidad suavemente,

- Aplicar Artglass C & B Liquid sobre la parte interna de la restauración y dejar actuar 30 segundos,
 - Colocar el material cementante (se recomienda 2Bond2) en la misma proporción de la base y catalizador (misma longitud)
 - Mezclar homogéneamente la base y el catalizador del material cementante
 - Llevar la restauración a la cavidad,
 - Eliminar los residuos del material cementante,
 - Foto polimerizar la cavidad en las zonas proximales por 40 segundos,
 - Foto polimerizar las zonas restantes de la cavidad,
 - Después de 10 minutos se talla y pule la restauración.
- Las restauraciones de Artglass se puede reparar intraoralmente utilizando Artglass liquid y el composite Charisma[®], según el fabricante³⁰.
 - Diversos ensayos del fabricante²⁹, Bouschlicher¹¹ y Rammelsberg^{46,47} han demostrado la efectividad y afinidad de las técnicas y los materiales que se utilizan en la cementación de restauraciones elaboradas con Artglass.
 - Según varios autores^{27,29,30} no hay discrepancia entre el diente y la restauración de Artglass, obteniéndose hasta el momento buena adaptación marginal^{36,48}.



3.1.5. APARATO DE LUZ UniXS*

Artglass, se polimeriza mediante la emisión de luz en el UniXS, que observamos en la Figura 29. Presenta un rendimiento mejor, según Freiberg²⁶, el fabricante³¹, y Leinfelder³⁴ ya que produce una luz estroboscópica de gas xenón, pero con una nueva tecnología lumínica ajustada¹⁸.

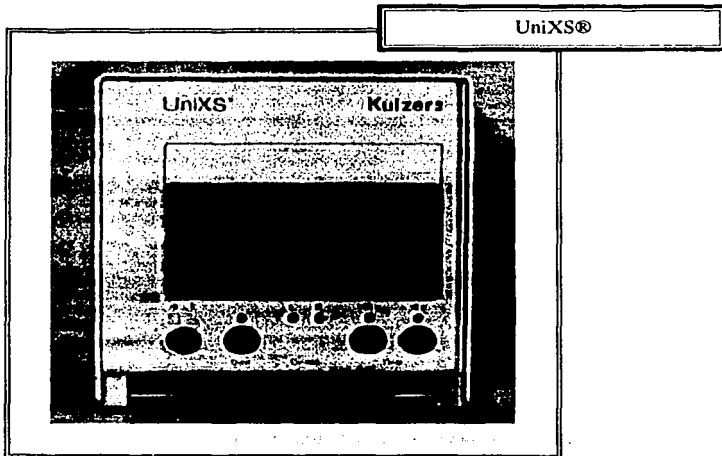


Figura 29. Equipo para la polimerización del material Artglass que es conocido con el nombre de UniXS por su fabricante Kulzer.

Erdrich²⁰, Freiberg²⁶ y Leinfelder³⁴ han señalado que este equipo, requiere 200 watt, un poder de espectro de 4.5 watt y emite un espectro de 3.9 watt, esta mejor distribución de espectro, le permite entrar en un rango de 450 a 500 nm. La importancia es que excita perfectamente al iniciador (canforoquinona) de Artglass, ya que el rango de excitación del foto iniciador es de 470 nm aproximadamente por lo tanto produce radicales libres, ayudando a que la polimerización se óptima en el material.

La alta densidad de emisión de este tipo de luz estroboscópica es de 20 milisegundos de exposición, por 80 milisegundos de oscuridad (sin exposición, según lo que menciona CRA¹⁸ y Leinfelder³⁴), este ciclo se repite varias veces para asegura una optima polimerización, Freiberg²⁶ agrega que esto contribuye al incremento de la resistencia a la fractura, módulo elástico resistencia flexural y dureza. El fabricante³¹ y autores^{26,34} apoyan este corto periodo de exposición, por uno largo de no exposición, pues dicen que esto además ayuda a que mas de los grupos no reactivados de enlaces dobles de carbón (enlaces transversales) estén disponibles (la intensidad generada es mayor, provocando mayor número de radicales libres), en contraparte a la foto polimerización continua e interrumpida que produce altos niveles de intensidad en la que se estabilizan las cadenas de polímeros que están localizados debajo de la superficie de polimerización de la resina dando una baja calidad en el foto curado (reduciendo el potencial del curado optimo). Es así como la naturaleza de la luz estroboscópica incrementará el curado comparado con la luz continua. El 20 % del tiempo mantiene el tiempo de relajación molecular reduciendo la contracción de gelación, para que este mas completa la reacción del enlace transversal, pero no hay ningún dato disponible que apoye esta premisa para este tipo de curado de luz. Sin embargo esta observación es apoyada por un estudio que se comentan en la literatura del mismo autor²⁶ afirmando en el UniXS se mejoran las propiedades y el grado de conversión de los composites comparado con el curado de luz convencional, pero no hay evidencias claras de esto porque es notable las significativas diferencias de formulación en Artglass con las resinas convencionales. Por lo que proponen Freiberg. ²⁶ y Leinfelder ³⁴ que se realicen estudios mas extensos, para corroborar lo que se menciona. El superior grado de conversión también mejora por la disponibilidad de los grupos metacrilato que incrementa la dureza y resistencia a la fractura comparada con la resina de di metacrilato. Uno puede especular que ésta última propiedad puede ser debido a una mayor flexibilidad de la red del polímero formado en Artglass, lo que no ocurre con los compuestos formados por el monómero bis-GMA, y que por contener el

monómero multi funcional en Artglass le ayuda a presentar más resistencia al desgaste que la típica base de bis-GMA, por lo que un composite con estas cualidades puede ser atractivo para las pruebas en *Vitro* proponen Freiberg y Ferracane²⁶.

Por un bloqueo (con chapa) hacia la cámara se garantiza el tiempo de polimerización automática, que trabaja ya sea a 90 y/o 180s El polimerizado final se recomienda por CRA¹⁸, Freiberg²⁵ y Shellard⁴⁹ de tres minutos para que después se pueda pulir la restauración. Además el UniXS cuenta con indicadores individuales de fallas o errores para cualquiera de sus dos focos estrobos así la intensidad de la luz se puede probar en todo momento dice Kulzer³¹. Esos focos y el filtro enfriador están diseñados para facilitar la conexión, aseo y reemplazo de las piezas, cuando sea necesario explica Erdrich^{19,20}, también menciona que la frecuencia del impulso y la potencia de los mismos son independientes de cualquier variación de voltaje y frecuencia de igual forma se señalan inmediatamente.

Como aditamento especial el equipo cuenta con un test, que tien focos indicadores en colores verde naranja y rojo, e indican la calidad de la luz en buena, regular y baja respectivamente. Antes de comenzar a trabajar con el aparato UniXS, se utiliza el test en foco rojo, para probar la calidad de la luz, pues si permanece roja después de 90 s de trabajo se interpreta como capacidad deficiente y significa que se requiere cambio inmediato en alguno de los focos (ya sea el L o R según el que encienda), si cambia a color anaranjado, es necesario cambiar cuanto antes el foco (es preventivo), pero si se presenta verde, esta indicado su optimo manejo en esa cesión. La luz del UniXS no tiene ningún problema con el modelo de yeso (tipo IV, velmix), siendo incluso el más apropiado para su aplicación propone Erdrich²⁰.



Componentes del sistema completo que sugiere Kulzer^{19, 31}, Figura 30.

- Artglass.- poli vidrio
- Kevloc.- permite la unión entre el composite y el metal
- UniXS.- permite el polimerizado del material
- Multijet.- sistema dispensador.

Los instrumentos para manipular al material pueden ser suministrados por Kulzer, son de dióxido de titanio, y permiten una adecuada manipulación, gracias a la correcta adherencia del material con este metal afirma el fabricante.^{31, 45}

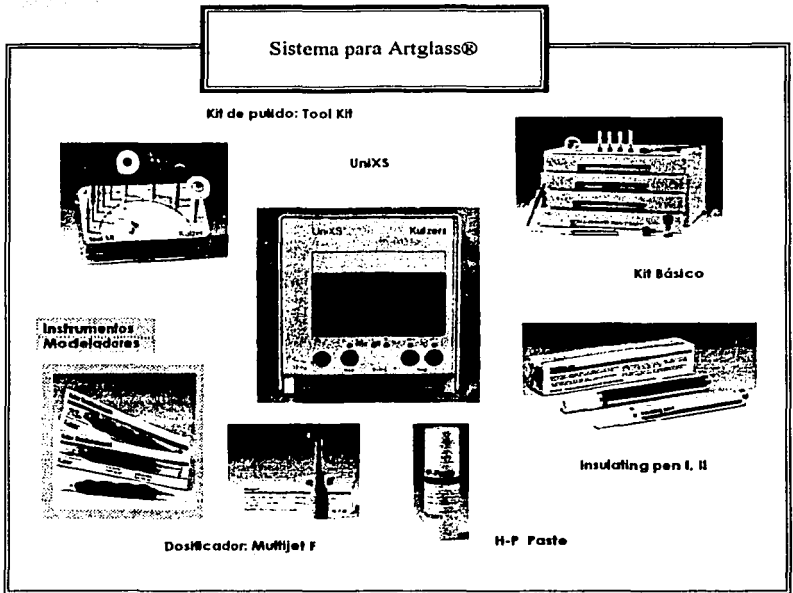


Figura 30. Elementos que forman un sistema para la mejor manipulación del Artglass, en el que se exponen el estuche para pulido, UniXS, masas de colores, instrumental para manipular las masas, el dosificador de las masas, y separadores todos de Kulzer.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La poca información existente de Artglass respecto a sus valores mecánicos en su mayoría proviene y ha sido publicada, por el propio fabricante dejando incertidumbre si estos valores, manejados comúnmente como propaganda, son confiables.

Incluir los valores mecánicos en el conocimiento de este material permitirá conocer el comportamiento que tendrá el material tanto en el laboratorio como en la clínica, y poder hacer una elección más juiciosa en cuanto al uso que sugiere el fabricante.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5. JUSTIFICACIÓN

Al realizarle las pruebas mecánicas de resistencia flexural, al desgaste y resistencia compresiva al Artglass, los resultados permitirán compararlos con los del fabricante y otros autores. Al mismo tiempo se contribuirá con información que ampliará el conocimiento con respecto a sus propiedades mecánicas que influyen notablemente en el comportamiento clínico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6. HIPÓTESIS

Los valores de la resistencia flexural, del desgaste y de la resistencia compresiva serán iguales o similares a los que exhibe el fabricante en su perfil técnico, y mayores a los que exigen las normas correspondientes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7. OBJETIVOS

GENERALES

Valorar las pruebas mecánicas de Artglass.

ESPECÍFICOS

- Valorar la resistencia flexural de Artglass, conforme la norma ANSI/ADA especificación No. 27 -1993.^{3,45}
- Valorar la resistencia al desgaste de Artglass.
- Valorar la resistencia compresiva de Artglass como lo exige la norma ANSI/ADA especificación No. 27 -1993 (Apendice).³
- Comparar los valores que se obtengan con los que exige la norma Americana No. 27³ y la norma Europea ISO 4049:1998⁴⁵.
- Comparar los valores que se obtengan, con los que exhibe el fabricante en el perfil técnico de Artglass.

8. METODOLOGÍA

CRITERIOS

- **De Inclusión.-** Se utilizaron muestras del poli vidrio Artglass de la firma Heraeuz-Kulzer, con las siguientes dimensiones
 - (25 ± 2) mm x (2 ± 0.1) mm x (2 ± 0.1) mm: para resistencia flexural.
 - (3.2 ± 0.1) mm x (2.5 ± 0.1) mm x (1.5 ± 0.1) mm: para resistencia al desgaste.
 - (4.0 ± 0.1) mm diámetro x (6.0 ± 0.1) mm altura: para resistencia compresiva.
- **De Exclusión.-** Se rechazaron las muestras que no eran de Artglass y aquellas que se encontraron defectuosas, o bien que no cumplían las exigencias de las especificaciones mencionadas.
- **De Eliminación.-** Se eliminaron todas las muestras piloto, y aquellas que se comportaron muy diferentes a la mayoría de las muestras; esto es aquellas en las que los valores eran muy bajos y/o muy altos en cada prueba.

VARIABLES

- **Independientes.-** Composición del material según el lote de origen, calor, humedad, intensidad de luz del UnixS® (calidad de la luz) variación del voltaje del sistema.
- **Dependientes.-** Procedimiento del operador; calibración del aparato para las pruebas, por ejemplo usando el vernier o el tornillo micrométrico; referencias en la toma de medidas; calidad en la limpieza durante el procedimiento.



MUESTREO

- **Universo.-** El estudio se realizó con el material restaurativo conocido como Artglass, para uso dental de Heraeuz - Kulzer.
- **Población De Estudio.-** En cada prueba variaron el número de muestras como se muestra en la figura 31:

POBLACIÓN DE ESTUDIO	
TIPO DE PRUEBA	TOTAL DE MUESTRAS ELABORADAS
Resistencia Flexural	20
Resistencia Compresiva	25
Resistencia al Desgaste	00
Total de especímenes elaborados en toda la investigación	45

Figura 31. Población de estudio.- Se presenta la población de estudio de la investigación, para la prueba de resistencia al desgaste no hay muestras.

8.1. METODO

RECURSOS

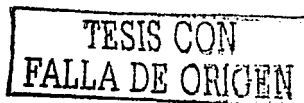
- **Físicos.-** El desarrollo de la investigación se realizó en el Laboratorio de Investigación de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología UNAM.
- **Humanos .-** Estudiante de licenciatura de la Facultad de Odontología para obtener el título de Cirujano Dentista en la UNAM; como tutor el C.D. Alejandro López Rodríguez Profesor de Materiales Dentales en la Facultad de Odontología en la UNAM; los asesores, C.D. Alejandro López S., el Jefe del Laboratorio de Materiales Dentales de la División de Posgrado en la Facultad de Odontología, UNAM, Dr. Federico H. Barceló, y los profesores de Materiales Dentales de la División de Posgrado, Dr. Miguel Á. Araiza, C.D Dante S. Díaz, C.D.M.O. Jorge Guerrero I. y Dr. Carlos Álvarez Gayosso.
- **Financieros .-** El material Artglass fue proporcionado por Heraeuz Kulzer.



El material y equipo que se requirió durante la investigación fue el siguiente:

8.1.1. MATERIAL

- Separador (accite de silicón)
- Polvo de carburo
- Cera pegajosa
- Agua desionizada
- Seis jeringas de 4 g cada una (en total 24 g) de los lotes:
 - 2003-09/010104/DA1 (resistencia flexural)
 - 2003-09/010104/DA1 (resistencia flexural)
 - 2004-01/020106/DB2 (resistencia compresiva)
 - 2004-01/040105/DC2 (resistencia compresiva)
 - 2003-11/010106/DC3 (resistencia al desgaste)
 - 2004-03/030104/DC1 (resistencia al desgaste)
- Cera para modelar, Olver[®]
- Alcohol etílico
- Toallas de papel
- Rojo inglés
- Discos de carburo con mandril
- Espátulas de plástico y de acero inoxidable para resinas
- Papel lija de óxido de aluminio para agua, Fandeli[®] del No.800 al 500
- Hule de cámara de llanta
- Cápsulas de gel (para medicamentos), tamaño chico
- Campos de trabajo, guantes, bata, cubre bocas, lentes protectores.
- Papel para articular



8.1.2. EQUIPO

- Hacedores de muestra de acero inoxidable con dimensiones de:
 - (25 ± 2) mm x (2 ± 0.1) mm x (2 ± 0.1) mm para la prueba de resistencia flexural (con sistema hembra-macho) Figura 32 y 38.
 - Para la resistencia al desgaste: (3.2 ± 0.1) mm x (2.5 ± 0.1) mm x (1.5 ± 0.1) mm. Figura 32 y 42.
- Hacedor de muestras de boro silicato de vidrio Duran 50 con espesor de pared de 6 mm:
 - (4.0 ± 0.1) mm diámetro x (6.0 ± 0.1) mm altura para la preparación del espécimen en forma de cilindro para resistencia compresiva. Figura 32 y 43.

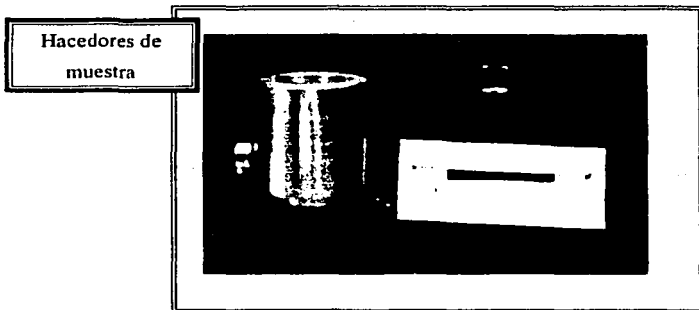


Figura 32. Para la obtención de las muestras en el estudio del material Artglass se utilizaron hacedores de muestra para la resistencia al desgaste, compresiva y flexural en el orden de a la izquierda, superior y abajo, respectivamente.

- Fresa troncocónica
- Cuatro losetas de vidrio transparentes de 2 mm de espesor, por 5 cm de largo y 5 cm de ancho.
- Una loseta de vidrio (8 x 14 x 1.5 cm)
- Cuatro sujeta documentos tamaño mediano
- Pincel de cerdas finas

- Frascos de plástico con tapa
- Espátula 7A
- Encendedor
- Lámpara de alcohol
- Hule y manta para pulir de uso dental,
- Tornillo de acero marca comercial
- Punta metálica de Plata - paladio, marca Casting®
- Lápiz extra duro del No. 8H
- Regla de plástico de 10 cm
- Pinzas de curación

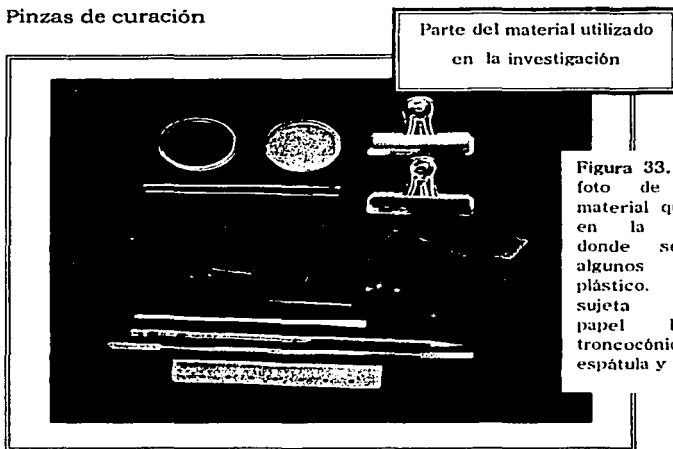


Figura 33. Esta es la foto de parte del material que se utilizo en la investigación donde se observan algunos frascos de plástico. pinceles. sujeta documentos. papel lija. fresa troncocónica. lápiz. espátula y regla.

- Termómetro de mercurio de Inmersión con escala de -20°C a 50°C , Lloyd's®-UK
- Parelómetro, Leitz Wetzlar®-Germany
- Motor Ray Foster Grinder®-Huntington Beach.CA. Series III modelo S3, serie No.1956 a 10,000/ 22,000 RPM, 115volt, 60Hz
- Estufa a temperatura de $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, Hanau®

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Estroboscópio (General Radio Company, Concord Massachusetts, USA, STROBOTAC TYPE 1531)
- Tornillo micrométrico con punta para medir profundidades con una precisión de 0.01mm, Mintutoyo®-Japón 193-11/M820 - 25 V
- Vernier digital Stainless Hardened®-Japón, 950-201, Serie 255827, precisión ± 0.03 mm (± 0.001 ") resolución 0.01mm (0.000"inch)

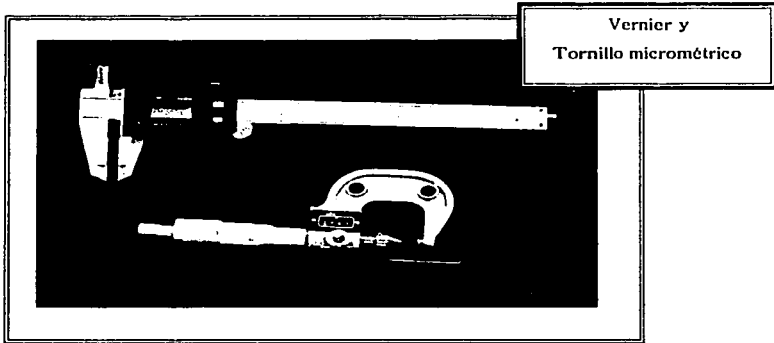


Foto 34. Se muestra al vernier y tornillo micrométrico para tomar algunas medidas en la investigación.

- Perfilómetro Mitutoyo®- Japón SJ-2001, numero de código 178-951 A, numero de serie 010787, punta con numero de serie 002049
- Pulidora metalográfica Buehler Ltd®-USA serie No. 1/5-N-1821, CY60, 115V, 6.4 AMPS, PH 1, cat. No. 41.1500
- Báscula digital USA serie No. 1/5-N-1821
- Unidad de foto polimerización UniXS®-Alemania (Heraeus-Kulzer GMBH. D-61273 Wehrheim/Ts. Gerate-Nr .:23/254933. 115V(. 50...60Hz. T4A. 270W)
- Programa de captura de datos Dataplot
- Programa de computadora "Microsoft Excel"
- Celda Mecmesin, Inglaterra , capacidad de 500 kg.

- Para la resistencia flexural: Máquina Universal de Pruebas Mecmesin, desarrollada en el Laboratorio de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación, FO. UNAM, México.

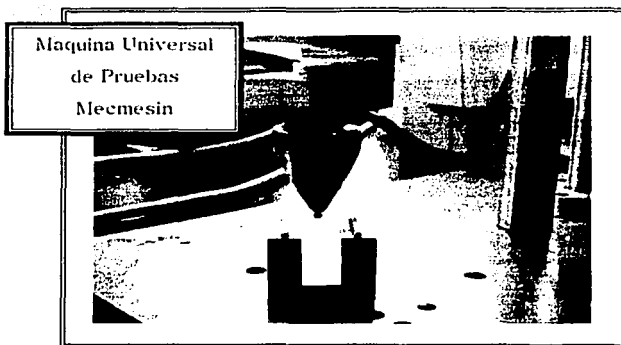


Figura 35. Punta de carga de la Máquina Universal de Pruebas Mecmesin para resistencia flexural. En esta última se observa la separación de las barras, de 20 mm.

- Para la resistencia compresiva: Máquina Universal de Pruebas Instron®, Chicago, USA, Serie 135783.

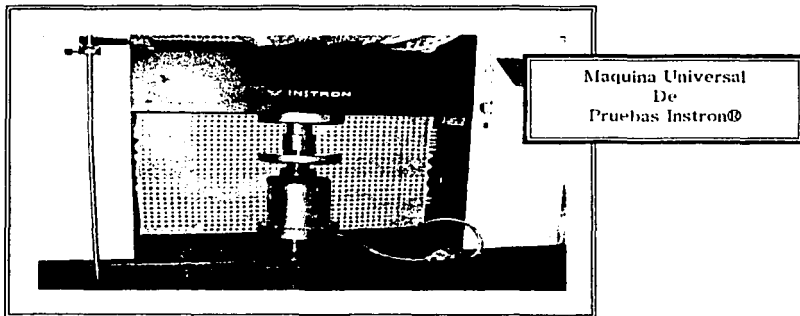


Figura 36. Máquina Universal de Pruebas Instron®.

- Para la resistencia al desgaste.- Simulador de Masticación Dinámico, desarrollado en el Laboratorio de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación, FO. UNAM, México.

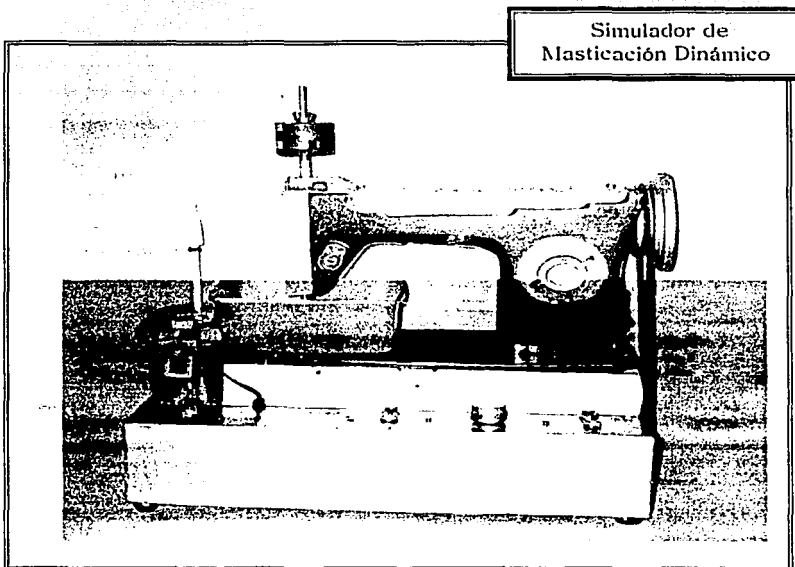


Figura 37. Simulador de masticación dinámico, conocido como PU MASTICADOR, se pueden observar con el vástago y las pesas, el termostato y el termómetro con que se controló la temperatura, los botones que aparecen de izquierda a derecha son: para el termostato, encendido de la irrigación, la perilla que controla la velocidad de trabajo y el botón de encendido y apagado.

8.2. PROGRAMA DE TRABAJO

8.2.1. ELABORACIÓN DE MUESTRAS

Primero se revisó que todo el material y equipo que se fuera a requerir en la elaboración de las muestras, estuviera en óptimas condiciones. Al inicio y fin de la elaboración de cada grupo de muestras, se realizó una prueba de la calidad de luz del UniXS con su test. Se eligió el hacedor de muestras apropiado. Se elaboran muestras piloto para cada propiedad mecánica.

Para Resistencia Flexural

- 1) Se preparó el campo de trabajo, y el operador se colocó guantes, cubrebocas y bata para evitar contaminación del material y por seguridad del operador
- 2) El hacedor de muestras se mantuvo cerrado en el sistema hembra macho. Figura 38 y 39

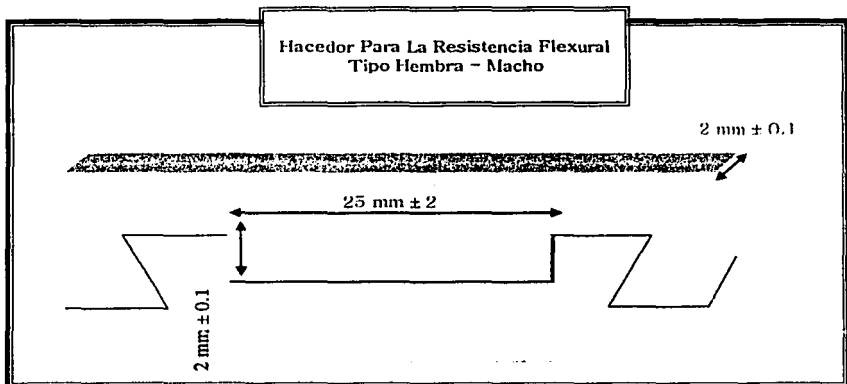


Figura 38. En la figura se observa el dibujo del hacedor para resistencia flexural tipo hembra-macho con las dimensiones que muestra.

- 3) Con el pincel de cerdas finas se colocó una delgada capa de separador de aceite de silicón en el molde (hacedor); y a dos de las losetas de 2 mm de grosor (sólo en la parte que se colocó el material)
- 4) En una loseta de vidrio (8 x 14 x 1.5 cm) se colocó una parte del material Artglass (aproximadamente lo que será el espécimen) para “ablandar” (manipular como recomienda el fabricante) ligeramente el material sin mezclarlo con ayuda de una espátula para evitar la formación de burbujas
- 5) Con la misma espátula de acero inoxidable, se llenó el molde con el material que estaba puesto sobre una de las losetas
- 6) Se empaquetó el material perfectamente pero sin hacer presión, hasta que quedó lleno el espacio del haceedor. Figura 39

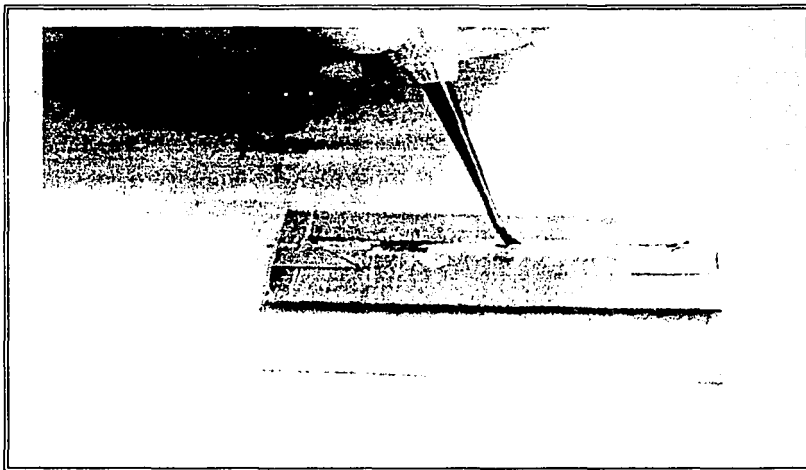


Figura 39. Empaquetar el material.- Momento en el que se empaqueta el material Artglass dentro del haceedor abajo del haceedor esta colocada la loseta de vidrio y se empaqueta con ayuda de la espátula.

- 7) Después se colocó la segunda loseta de vidrio en el extremo del molde (también con un poco de separador), para quedar como "sándwich" (con el hacedor en medio de las losetas)
- 8) Se aplicó una presión suave por medio de los sujetos documentos (cada uno en un extremo de las losetas de vidrio), eliminando con esa presión, el material excedente del hacedor
- 9) Posteriormente se llevó este "sándwich" a la Unidad de foto polimerización para polimerizar el espécimen durante 90 segundos,
- 10) Transcurrido el tiempo se sacó de la lámpara UniXS para separar el sistema hembra-macho y separar así el espécimen de las losetas, pero de un modo suave para evitar que se rompiera el espécimen
- 11) Sobre una loseta limpia se polimerizó por otros 90 s más y cumplir un total de 180 s de exposición recomendados por el fabricante
- 12) Pasados los 180 s se comenzó a tomar el tiempo como de elaboración del espécimen que hasta cumplir 23 h con 45 min (y hasta las 24 h, realizar la prueba correspondiente al espécimen)
- 13) Se analizó cada muestra para verificar que no quedaron marcas de burbujas de aire y/o rugosidades. Figura 40
- 14) Se pasó ligeramente cada espécimen sobre polvo de carburo, para eliminar "rebordes" sin modificar el tamaño del espécimen
- 15) Se midió cada espécimen para eliminar aquellos que no cumplieran con las medidas. Figura 46
- 16) A continuación se llevó el espécimen sobre la loseta a la estufa Hanau (a 37 ± 1 °C), durante 15 min
- 17) Transcurridos estos minutos se almacenó dentro de una caja de plástico en agua destilada a 37 ± 1 °C dentro del ambientador. Cada caja se etiquetó para llevar un control de orden y de tiempo

18) Estos mismos pasos se siguieron para las siguientes muestras, pero se limpiaba todo el instrumental, losetas y hacedor con toallas de papel humedecidas en alcohol etílico para evitar contaminación de las muestras.

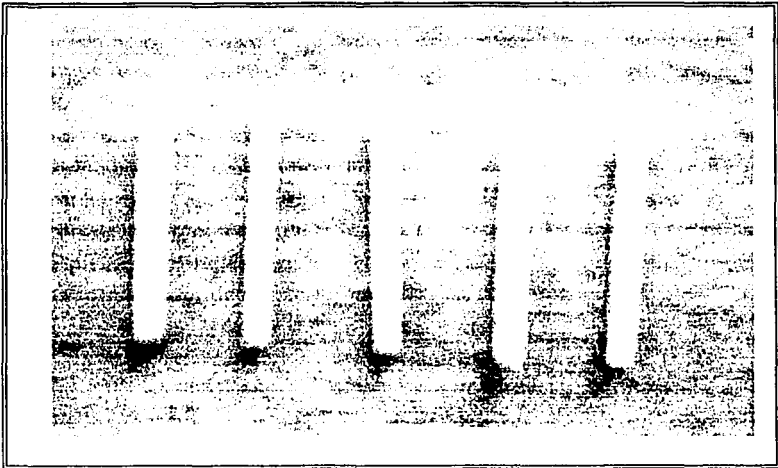


Figura 40. Especímenes para resistencia flexural.- se observan cinco probetas que cumplen con las exigencias la norma.

Para la Resistencia al Desgaste

Se diseñó una punta metálica de aleación plata-paladio, como apreciamos en la Figura 41 y como a continuación se explica:

- Se selecciono la parte más corta de una capsula de gel para que por técnica de goteo se llenara casi totalmente con cera para modelar y poco antes de que enfriara la cera se incrusto en el centro del diámetro de la cápsula un tornillo con cuerda, a que entrara 3 ½ mm de profundidad aproximadamente
- Se mandó al laboratorio para que se revistiera y vaciara el metal únicamente. El laboratorio utilizó la metodología convencional de vaciado y colado
- Posteriormente se "limpio" la punta de trabajo con hule y manta (para uso de laboratorio) con un poco de pasta rojo inglés tan solo eliminando las asperezas del metal sin alterar la forma redondeada de la punta

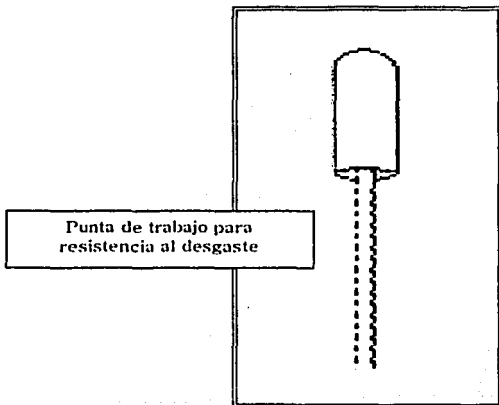
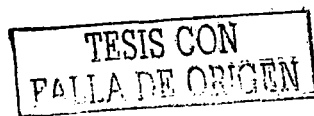
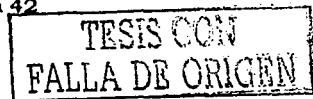


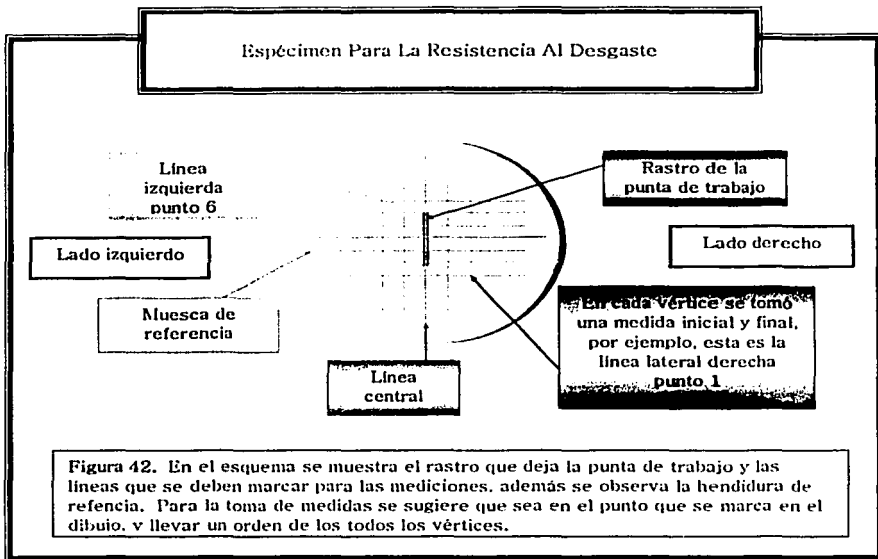
Figura 41. Punta de trabajo metálica de aleación plata-paladio con la forma de una capsula de gel, la cuerda del tornillo en el centro como vástago le servirá para enroscarlo en el vástago del simulador de masticación dinámico, esta punta de trabajo servirá como antagonista en la prueba.

- 1) Posteriormente y realizados los ajustes previos en la prueba, se eligió el hacedor de muestras apropiado, el cual se modificó:
 - a) El grosor del hacedor metálico (Figura 32) impidió la polimerización en una sola intención, por lo que se polimerizaba el material en un primer tiempo de 90 s, posteriormente se sacaba la muestra del hacedor para polimerizarla inmediatamente del lado contrario (la parte que quedaba en contacto con el metal) por otros 90 s sobre una loseta de vidrio. Completando el tiempo de polimerización recomendado por el fabricante de 180 s
- 2) Se preparó el campo de trabajo, y el operador se colocó guantes, cubre bocas y bata para evitar contaminación del material y por seguridad del operador
- 3) Se midió la profundidad del hacedor con el vernier digital para que la muestra tuviera 3.02 mm aproximadamente de espesor)
- 4) Con el pincel de cerdas finas se colocó una delgada capa de separador de aceite de silicón en el molde, y a una loseta de 2 mm de grosor (en la parte que se colocará el material)
- 5) En una loseta de vidrio (8 x 14 x 1.5 cm) se colocó una parte aproximada a lo que sería el espécimen, ya que el fabricante recomienda "ablandar" (manipular) ligeramente el material con ayuda de una espátula sin mezclarlo para evitar la formación de burbujas,
- 6) Con la misma espátula de acero inoxidable, se llenó el espacio del molde que correspondería a la muestra o espécimen
- 7) Se empacó el material hasta la superficie con una ligera presión, para después colocar sobre ésta una loseta de vidrio de 2 mm de grosor eliminando el excedente del hacedor
- 8) Posteriormente se llevó este "sándwich" a Unidad de foto polimerización UniXS, para polimerizar el espécimen durante 90 s
- 9) Pasado el tiempo se sacó de la lámpara UniXS para separar el espécimen del hacedor de modo suave, para evitar que se rompiera el espécimen



- 10) Sobre una loseta limpia se polimerizó por otros 90 s más para cumplir el total de 180 s de exposición recomendados por el fabricante
- 11) Pasados los 180 s se comenzó a tomar el tiempo como de elaboración del espécimen que hasta cumplir 23 h con 45 min (y hasta las 24 h, realizar la prueba correspondiente al espécimen)
- 12) Se analizó cada muestra para verificar que no quedaran marcas de burbujas de aire y/o rugosidades o defectos
- 13) Los especímenes aprobados fueron pasados ligeramente por lija de agua # 500, luego por # 600 y posteriormente por # 800 para continuar con el polvo de carburo hasta obtener una superficie visiblemente tersa y muy bien pulida. Por último se paso por el hule de cámara de llanta, y el resultado final fue una superficie con "aspecto de vidrio". Todo esto se realizó de manera manual. En la lija se recorría una distancia de 5 cm aproximadamente e inmediatamente se daba $\frac{1}{4}$ de vuelta a la muestra para lograr un pulido uniforme; de igual manera se efectuó con el polvo de carburo y hule. En cada momento se revisaba el espécimen con el paralelómetro
- 14) A continuación cada muestra se llevó al aparato de ensayo, y con la punta de trabajo se simuló el recorrido que se dibujo por el papel para articular colocado entre el espécimen y la punta. Figura 42
- 15) Al mismo tiempo se marcó una muesca de referencia, con una fresa troncocónica colocada en el motor de alta velocidad, se grabó una hendidura de 0.5 mm de extensión hacia el centro de 2 mm de largo, como guía del dibujo de la punta y para evitar que girara la muestra. Figura 42
- 16) Se marcaron otras dos líneas paralelas a cada lado del dibujo que dejó el papel de articular con la punta de trabajo a una separación de distancia cada línea de de 0.5 mm
- 17) Luego se marcó otra línea que corría del centro de la línea de registro pintada con el papel de articular (en forma transversal) para dividirla justo a la mitad, y de esta se marcaron 6 líneas mas con una separación de 0.5 mm, para obtener un área cuadrículada. Figura 42

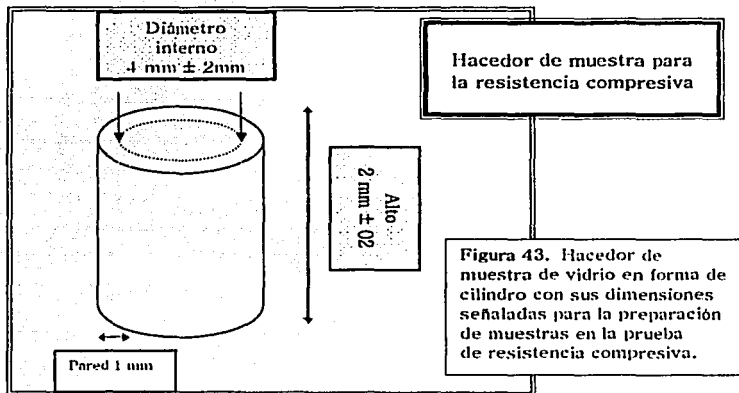




- 18) A cada muestra se le tomó una medida inicial con el tornillo micrométrico y se registraron estos datos
- 19) Se llevó un orden en cada toma de medidas
- 20) A continuación, se llevó cada espécimen sobre una loseta de vidrio a la estufa Hanau a 37 ± 1 °C, durante 15 min
- 21) Trascurridos estos minutos se almacenó dentro de una caja de plástico en agua destilada a $37 \pm$ °C, dentro del ambientador. Cada caja se etiquetó para llevar un control de orden y de tiempo.

Para Resistencia Compresiva

- Previo a la elaboración de muestras, se modificó el tipo de hacedor de muestras que exige la norma, pues el equipo con el que se polimeriza el material de estudio, conocido como UniXS no permitió que penetrara la luz a través del hacedor de muestras y la polimerización no se pudo llevar a cabo, inclusive duplicando los tiempos de trabajo. Entonces se adaptaron tramos de tubo de vidrio y se elaboró el hacedor de muestras, con tubo de silicato de vidrio Duran 50 de boro silicato con espesor de pared de 6 mm de 4.0 ± 0.1 mm de diámetro x 6.0 ± 0.1 mm altura. Figura 32 y Figura 43, para la preparación del espécimen en forma de cilindro,



- Se cortaron varios tramos de aproximadamente 7 mm de alto con disco de carburo, en el motor de alta velocidad
- Posteriormente se rebajaron en la pulidora metalográfica, con lija de agua del número 600, dando $\frac{1}{4}$ de vuelta al tubo cada vez que se rebajaba. El paralelismo de las paredes, se revisaba en cada momento con el paralelómetro

- Cuando se llegó a una altura de aproximadamente 6.04 mm se rebajó de manera manual con lija de agua No. 600 igualmente se daba un $\frac{1}{4}$ de vuelta al tubo, y se revisaba con el paralelómetro
- 1) Se preparó el campo de trabajo, el operador se colocó guantes, cubrebocas y bata para evitar contaminación del material y por seguridad del operador
 - 2) Con el pincel de cerdas finas se colocó una delgada capa de separador de aceite de silicón dentro del hacedor de muestra de tubo de vidrio y a dos losetas de 2 mm de grosor (solo en la parte que se colocaría el material)
 - 3) En una loseta de vidrio (8 x 14 x 1.5 cm) se colocó una parte aproximada a lo que sería el espécimen, ya que el fabricante recomienda "ablandar" (manipular con ayuda de una espátula) ligeramente el material sin mezclarlo para evitar la formación de burbujas
 - 4) Con la misma espátula de acero inoxidable, se llenó el molde con el material, que estaba puesto sobre una loseta para empacar el material, pero sin la incorporación de burbujas en el interior del tubo
 - 5) A continuación se colocó la segunda loseta de vidrio en el extremo del molde (también con un poco de separador), para quedar como sándwich (con el hacedor en medio de las losetas, ver abajo en la Figura 44)

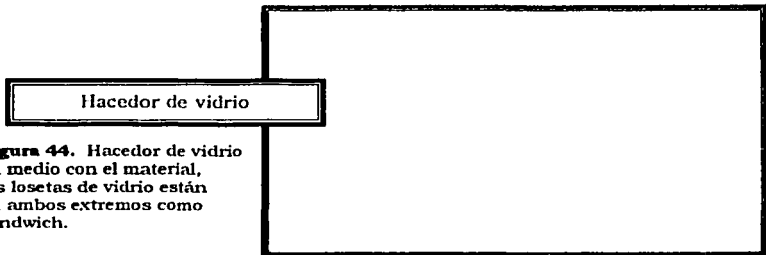


Figura 44. Hacedor de vidrio en medio con el material, las losetas de vidrio están en ambos extremos como sándwich.

- 6) Se aplicó una presión suave por medio de las grapas o sujeta documentos (cada una en un extremo de las losetas de vidrio), eliminando así, el material en exceso del molde
- 7) Posteriormente se llevó el "sándwich" al UniXS, para polimerizar el espécimen durante 90 s
- 8) Pasado el tiempo se extrajo del UniXS, separando el espécimen tanto de las losetas como del tubo de vidrio pero de un modo suave para evitar que se fracture tanto el material como el hacedor de muestras
- 9) Se trasladó el espécimen inmediatamente sobre una loseta limpia para que polimerizará por otros 90 s más y cumplir el total de 180 s de exposición recomendados por el fabricante
- 10) Trascurridos los 180 s se comenzó a tomar el tiempo de elaboración (23 h, 45 min)
- 11) Se reunieron los especímenes elaborados. Figura 45



Figura 45. Especímenes para resistencia compresiva- se observan cinco especímenes.

- 12) Se analizó cada muestra para verificar que no quedaran marcas de burbujas de aire y/o rugosidades
- 13) Cada espécimen se pasó sobre polvo de carburo, para eliminar "rebordes", cuidando de no modificar el tamaño del espécimen,
- 14) Se midió cada espécimen para eliminar aquellos que no cumplieran con las medidas requeridas
- 15) A continuación se llevó el espécimen sobre la loseta a la estufa Hanau (37 ± 1 °C), durante 15 min
- 16) Trascurridos estos minutos se almacenó en una caja de plástico con agua destilada a 37 ± 1 °C dentro del ambientador. Cada caja se etiquetó para llevar un control de orden y de tiempo.
- 17) Estos mismos pasos se siguieron para las siguientes muestras, pero se limpiaba todo el instrumental, losetas y hacedor con toallas de papel humedecidas en alcohol etílico para evitar contaminación de las muestras.

8.2.2. PROCEDIMIENTO DE LAS PRUEBAS

Antes de cada prueba se revisó que el equipo estuviera en condiciones de operación.

Resistencia Flexural

- 1) Se midieron las dimensiones del espécimen con el vernier digital con precisión de 0.01 mm, después de que trascurrieron 23 h y 45 min del término de la última irradiación. Figura 46

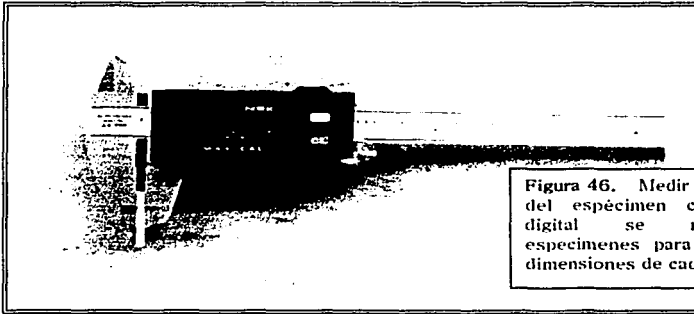
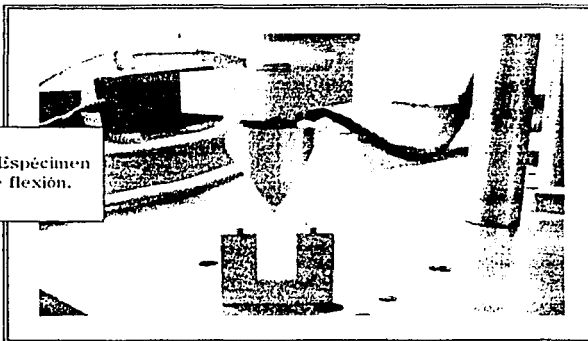


Figura 46. Medir las dimensiones del espécimen con el vernier digital se midieron los especímenes para comprobar las dimensiones de cada uno.

- 2) Se llevó el espécimen a la Máquina Universal de Pruebas Mecmesin para hacer la prueba de flexión. Figura 47. Con una longitud constante entre soportes de 20 mm
- 3) Se dejó que el espécimen se estabilizara a temperatura ambiente durante 10 min antes de realizar el ensayo
- 4) Veinticuatro horas después del final de la polimerización, se aplicó una fuerza al espécimen con una velocidad de carga 1 mm/min hasta que éste se fracturó. Se registraron los valores de fuerza ejercida sobre el espécimen con respecto al tiempo hasta que la muestra se fracturó. Se usó el programa de captura de datos Dataplot para este fin.

Figura 47. Espécimen en la prueba de flexión.



- 5) Se calculó la resistencia a la flexión y la deflexión de cada muestra usando un programa de cálculo que transformó los datos capturados con Dataplot a valores que pueden ser usados en la hoja de cálculo Excel
- 6) Se hicieron los cálculos de resistencia flexural, con la ecuación 1 :

Ecuación 1. Para calcular el esfuerzo.

F: carga máxima, en newton, ejercida sobre el espécimen:

L: distancia, en milímetros, entre los soportes:

b: ancho en milímetros, del espécimen medida inmediatamente antes del ensayo:

h: es la altura del espécimen, en milímetros medida antes del ensayo.

$$\sigma = \frac{3FL}{bh^2}$$

- 7) Con el programa Dataplot se calculó la fuerza a la flexión en Kg. posteriormente se expuso la resistencia a la flexión, en MPa, y el módulo a la flexión en GPa
- 8) Se hizo estadística para encontrar los valores promedio junto con su desviación estándar por cada grupo
- 9) Se aplicó la prueba estadística t-Student para encontrar las diferencias significativas entre las muestras

Resistencia al Desgaste

Modificación al sistema original.- Al Simulador de Masticación Dinámico, se le realizaron modificaciones al diseño original que utilizó López³⁵ para lograr mejor control de las condiciones:

- En el sistema de agua se colocaron mangueras de mayor espesor, un cuenta gotas y una pequeña manguera sobre la punta de trabajo para que con el agua se irrigaran simultáneamente a la muestra y a la punta
- En el extremo superior izquierdo del cuerpo del aparato, se sustituyó el vástago con embudo, por un vástago más largo. En él se colocaron pequeños discos de acero (de peso conocido) y se fijaron a una tuerca en forma de mariposa, ayudando a evitar que brincaran los discos
- El vástago intermedio entre el que sostiene la punta de trabajo y el que sostiene a los discos de acero, se modificó alargándolo para reducir el impacto de la carga
- El camino que seguía la punta de trabajo se modificó para simular el camino que efectúan los dientes naturales al realizar el trabajo de masticación "Gota de Glidman, y disminuir el impacto en una sola zona"

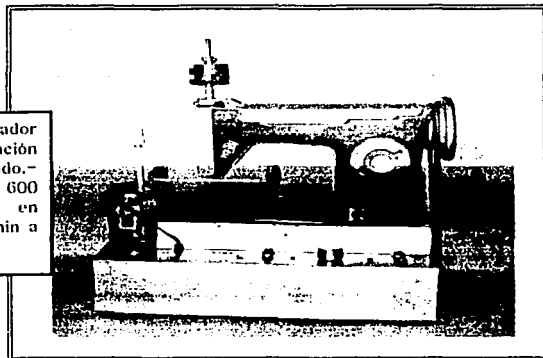
Los elementos que influirían durante la prueba deberían de tener un peso constante de 600 g, por lo que se pesaron con ayuda de la báscula digital antes de ser llevados al aparato de ensayo. Figura 48.

ELEMENTO	PESO (g)
Vástago para los disco (con sus rondanas y mariposas)	93.0
Vástago para la punta de trabajo	47.8
Punta de trabajo con tornillo de cuerda	1.6
Discos de acero (cuatro), que sumados dieron un total de	457.6
Peso total	600.0

Figura 48. Peso de los elementos para el simulador de masticación dinámico.- En la prueba de resistencia al desgaste, se puede ver el peso de cada elemento y el peso total de 600 g.

- 1) Después de haber transcurrido 23 h y 45 min del término de la última irradiación, se transfirió cada espécimen al simulador de masticación dinámico "PU-MASTICADOR®. Figura 49. A que coincidiera con las muescas de referencia y la base de acrílico del simulador para unirse con cera pegajosa, mientras se dejó para que se estabilizará a temperatura ambiente durante 10 min antes de realizar el ensayo.
- 2) Veinticuatro horas después del inicio de la polimerización, se aplicó una carga de 600 g al espécimen con una relación de 500 ciclos por minuto hasta cumplir 50,000 ciclos en 100 minutos, a $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

Figura 49. Simulador de masticación dinámico trabajando.- Con una carga de 600 g a 500 ciclos en relación de 100 min a 37°C



- 3) Se midieron con ayuda del tornillo micrométrico los valores del desgaste (abrasión) cuando la muestra cumplió un ciclo de 100 minutos; la medición se hizo sobre los mismos sitios en que se registró la medida inicial del material antes de la prueba
- 4) Se reportaron las mediciones de resistencia al desgaste, comparando la medida inicial con la final
- 5) Después de trabajar con 12 especímenes, como se indicó en el procedimiento de las pruebas se pesó nuevamente
- 6) Se hizo análisis estadístico.

Resistencia Compresiva

- 1) Se midieron con el vernier digital las dimensiones del espécimen con una precisión de 0.01 mm después de haber transcurrido 23 h y 45 min del término de la última irradiación
- 2) Se rechazaron los especímenes que no cumplieron con las exigencias de tamaño y/o calidad (rugosidades, o espacios de burbujas de aire, etc.)
- 3) El espécimen fue transferido a la celda de carga instalada en la máquina universal de pruebas Instron®. Figura 50
- 4) Se dejó que el espécimen se ambientara a la temperatura del laboratorio por 15 minutos, antes de realizar el ensayo
- 5) Veinticuatro horas después del inicio de la polimerización, se aplicó al espécimen una fuerza con una velocidad de 1mm/min hasta la fractura de la probeta

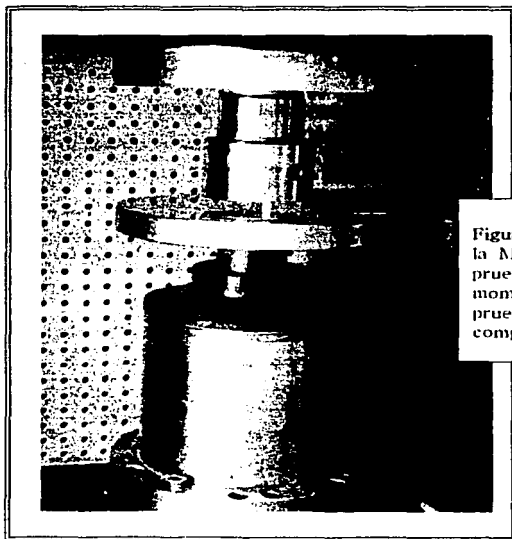


Figura 50. Especimen en la Máquina Universal de pruebas Instron®.- Al momento de realizar la prueba de resistencia compresiva.

- 6) Se calculó la resistencia a la compresión de cada muestra
 7) Se hicieron los cálculos de resistencia compresiva con las ecuaciones 3, 5, 6

- a. Ecuación 3.- Deformación: $\Delta L / L$
 b. Ecuación 5.- Del área: $A = \pi d^2 / 4$
 c. Ecuación 6.- Calculo de la resistencia final: F/d^2

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

Ecuación 5. Área

donde: A = área (mm²)

π = pi (3.14)

d = diámetro

$$R = \frac{F}{A}$$

Ecuación 6. Resistencia final

donde: R = Resistencia final

F = Fuerza (Kg)

A = Área (mm²)

- 8) Se realizó la estadística para encontrar los valores promedio junto con su desviación estándar
 9) Se hizo la prueba estadística de t-Student para encontrar las diferencias significativas entre las muestras

9. RESULTADOS

Resistencia y Módulo Flexural

A continuación se presentan los resultados obtenidos

RESULTADOS DE LA RESISTENCIA FLEXURAL Y MÓDULO FLEXURAL

Fuerza	Resistencia a la flexión (MPa)	Módulo a la flexión (GPa)
Promedio	77.4	3.74
Desviación Estandar	16.41	1.08
Nivel de confianza	0.5	0.5
t	0.10901	0
p	0.91434	1
Significativo	no	no

Figura 51. Muestra los resultados de la resistencia y módulo flexural, en donde para la primera el promedio es de 77.4 MPa y la segunda 3.74 GPa, la desviación estandar de 16.41 y 1.08 respectivamente, en las que se demostro que no hay diferencias significativas en las muestras cuando se compararon entre ellas.

Gráficas con resultados comparativos de cada muestra que se obtuvieron en la prueba de resistencia flexural:



Figura 52. Muestra la comparación de los valores obtenidos para la fuerza a la flexión.

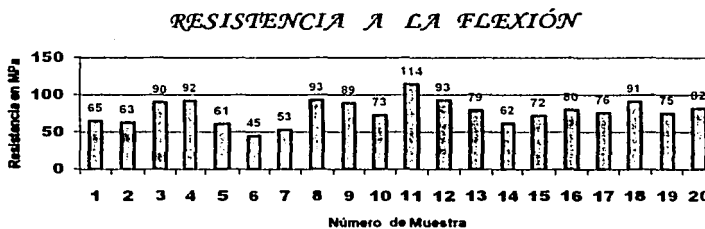


Figura 53. Se pueden observar el comportamiento de cada muestra para la resistencia a la flexión .

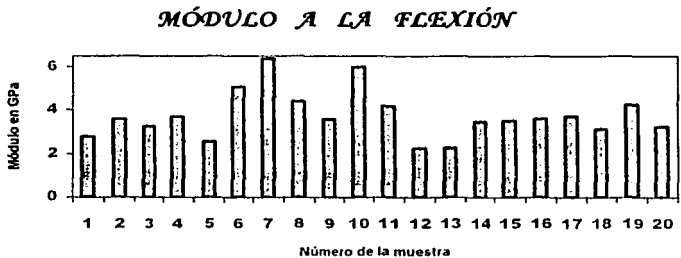


Figura 54. Módulo a la flexión en GPa de las muestras.



Gráficas típicas de la prueba mecánica de deflexión para obtener el módulo flexural y el esfuerzo flexural.

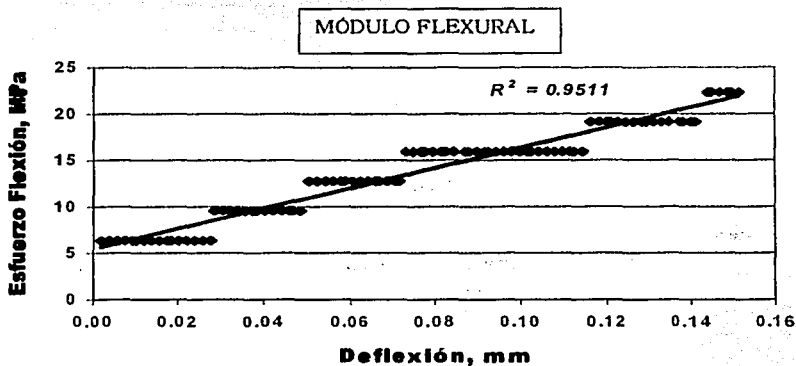


Figura 55. Gráfica típica del ensayo flexural, en donde la pendiente de la línea recta contribuye para calcular el módulo flexural.

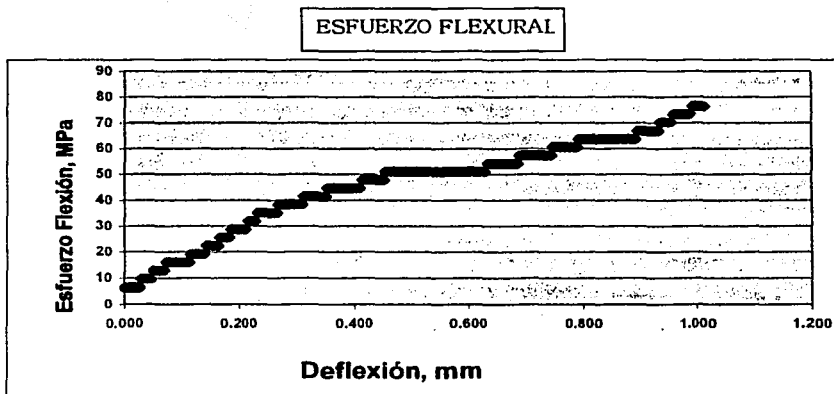


Figura 56. Gráfica típica que muestra el comportamiento entre el esfuerzo y la deflexión. En este gráfico se registró un valor de 76 MPa de esfuerzo máximo o resistencia a la flexión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Resistencia Al Desgaste

Para la medición de la resistencia al desgaste se utilizó el tornillo micrométrico, pero al comparar las mediciones finales con las iniciales se observó que no fue un método apropiado por la falta de precisión en algunas muestras y en otras el desgaste fue mínimo, o se observó un aparente "aumento" de material, lo cual impidió el análisis estadístico y por consecuencia se desecharon los datos recolectados.

Se siguió otro método usando especímenes nuevos, en la que el desgaste se midió con el perfilómetro (medidas iniciales), pero por desajustes del simulador de masticación dinámico se observaron cambios en el trayecto de la huella que debería seguir la punta de trabajo que se había predeterminado, y la velocidad de los ciclos en algunos momentos se aceleraban o retardaban, sin causa aparente registrando un desgaste excesivo y desigual; sin mostrar un solo patrón en todas las muestras, sino que cada una mostró ser diferente, algunas tenían huella en forma de punto y otras en forma de rayas, impidiendo tomar una medida final en las muestras. Por estos motivos y porque el perfilómetro usualmente se utiliza para medir rugosidades, no profundidades excesivas, se desechó esta metodología.

La punta metálica de trabajo fue pesada antes del ensayo dando 1.6 g. Figura 48. Después de la prueba se noto que la punta pesaba 1.546 g mostrando un desgaste evidente en el metal, después de haber testado 12 espécimenes.



Resistencia Compresiva

Se presenta la población de estudio en orden de elaboración de las probetas. La resistencia compresiva calculada con la ecuación 6 ($R=F/A$), arrojó los siguientes resultados: promedio de 54.48, desviación estandar de 19.96

Muestra No	Fuerza (Kg.)	Resistencia Compresiva MPa
1	56	34.3
2	73	44.71
3	100	61.25
4	101	61.86
5	86	52.67
6	107	65.53
7	48	29.4
8	100	61.25
9	109	66.76
10	85	52.06
11	91	55.73
12	54	33.07
13	120	73.5
14	96	58.8
15	86	52.67
16	81	49.61
17	84	51.45
18	77	47.16
19	121	74.11
20	105	64.31
21	136	83.3
22	67	41.03
23	95	58.18
24	89	54.51
25	69	42.26
Promedio		54.48
Desviación Estandar		19.96

Figura 57. Resistencia compresiva.- Se muestran los valores de la fuerza y resistencia compresiva de las 25 probetas. Los promedios y la desviación estandar de la resistencia son reportados.

10. DISCUSIÓN

Las propiedades mecánicas de Artglass® además del fabricante Heraeus - Kulzer®, también han sido reportados por diversos investigadores.

Con respecto a la resistencia flexural, Bength⁶, Freiberg²⁶, Nizan⁴¹, Overview⁴³ y Sellard⁴⁹ han reportado valores muy próximos, (120 MPa, 110MPa y 130 MPa). Un estudio en la Universidad de Mainz² especifica que la presentación de Artglass Dentine® muestra un valor de 110 MPa y la presentación Incisal de 142 MPa. Comparando los resultados de Bength⁶, Freiberg²⁶, Nizan⁴¹, Overview⁴³ y Sellard⁴⁹ con los resultados de la Universidad de Mainz², los primeros no especifican que presentación usaron; por los valores obtenidos se puede suponer que ellos emplearon Artglass Dentine®.

En este estudio también se uso Artglass Dentine®; sin embargo el valor obtenido fue de 77 ± 4 MPa. La norma^{3, 42} exige un valor de 50 MPa como mínimo para ser considerado como material adecuado.

Si se consideran algunas variables como composición del material según el lote de origen, calor, humedad, intensidad de luz del UniXS® (calidad de la luz) variación del voltaje del sistema, procedimiento del operador; diferencias de equipo para las pruebas, limpieza durante el procedimiento, etc., que pueden intervenir durante el procedimiento del estudio y compararlas, seguramente todos los resultados que se han reportado tendrían un valor común.

Para el módulo flexural conocido como E, Erdrich JA^{19, 20} en sus investigaciones logró 10 ± 2 GPa coincidiendo con Freiberg²⁶ al reportar 8.35 ± 0.5 GPa. Este valor es contrastante con 3.74 ± 4 GPa que se obtuvieron en esta investigación.

El intentar comparar valores de resistencia al desgaste es controversial ya que se trata de una propiedad mecánica compleja como lo comentan en sus literaturas Burdairon¹², Eykmann,²⁴ y Suzuki⁵¹. Bength⁶ la define como el daño a una superficie sólida, generalmente con una pérdida progresiva de sustancia débil durante el movimiento relativo entre la superficie y el elemento de contacto, lo que provoca esencialmente un deterioro de la superficie que se encuentre bajo la influencia de un frotamiento. Ya que este deterioro parece ligarse a los fenómenos de superficie como menciona Burdairon¹², por lo que según él no es posible definir una propiedad de resistencia al desgaste. En cambio Eykmann,²⁴ y Suzuki⁵¹ sugieren que como el frotamiento es el elemento primordial, entonces este último sea el que se mida tanto en su mecanismo, como en sus dos parámetros (frotamiento en líquido y seco). Cuando se considera la resistencia al desgaste de los compuestos explican Freiberg²⁶ y Suzuki⁵¹, se debe considerar la naturaleza del antagonista, tanto para pruebas en laboratorio, como en la clínica, pues el clínico debe aplicar su conocimiento y su criterio en la decisión final. Por lo que las normas ISO⁴² y/o ADA³, no presentan especificaciones, pues se debe considerar que cada investigador además de utilizar metodologías diversas, usa equipo comúnmente diseñado por él dependiendo del objetivo de su investigación que incluyen variantes como el material de oposición (antagonista), el medio ambiente *in Vitro* (seco, húmedo, inclusive éste último puede ser con diversos líquidos), tiempo y velocidad de trabajo (se puede emplear la simulación de años), recolección e interpretación de datos, entre muchos otros.

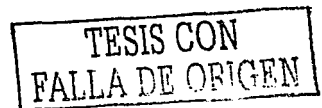
Sin dejar de tomar en cuenta todos estos factores, podemos encontrar para Artglass en la literatura trabajos como el de Erdrich JA¹⁹ que interpretándolo en comportamiento abrasivo con una simulación a 5 años en el que contactó al esmalte contra el polividrio en el aparato "COCOM", reportó 95 μm . En otra simulación con el mismo número de tiempo, logró una abrasión de 40 a 70 μm para el mismo material. Freiberg²⁶ utilizó el simulador "GHSU" con el que obtuvo un desgaste de 7.5 mm^2 con la metodología que describe en la obra

citada, por otra parte Overview⁴³ consigue un desgaste de 55 μm igualmente en simulación de 5 años; Samadzadeh⁴⁸ lo reportó como de 0.43 ± 0.33 ($\times 10^{-2} \text{mm}^2$); pero según el reporte de Leinfelder³⁴ menciona que Kreji obtuvo en su investigación 4 μm de desgaste anual; mientras que Kulzer³¹, considera esta propiedad óptima para su producto mejorando como dice a los composites y cuidando más al antagonista que las cerámicas, siendo su comportamiento comparando con el de la dentición natural.

Desafortunadamente en este aspecto, la investigación que se desarrolló, sólo se puede comparar con procedimientos a los que estos investigadores emplearon, ya que por motivos diversos que anteriormente se expusieron como la precisión y metodología en la toma de medidas o las diversas trayectorias que mostraba el simulador de desgaste, sin contar sus desajustes. No existe un "resultado numérico en valor", pero coincido con Freiberg²⁶ al haber empleado el medio de medición, tiempo y ciclos de trabajo, y en cuanto a los ciclos de trabajo también se coincidió con Overview⁴³.

En la resistencia compresiva como señala Combe¹³, Guzmán²⁸ y Mc Cabe³⁸ es un tipo de carga de compresión en el que las dos fuerzas son externas al cuerpo o muestra, además opuestas entre sí aproximándose sobre la misma recta provocando que el material sea oprimido cuando inciden creando una fuerza interna igual en magnitud, pero en dirección opuesta. Su complejidad permite que las normas ISO⁴² y/o ADA³, no exijan un valor, solo que no exista una diferencia del 15 % o más de su valor promedio entre cada una de las muestras, por lo que podría considerar un resultado favorable el que se obtuvo en esta investigación y que fue de 54.73 MPa en promedio para la presentación de Artglass Dentine[®].

Todos estos valores mecánicos expuestos pueden ser quizá comparables por el aspecto numérico y aunque algunos no son ni siquiera cercanos entre ellos, habría que comparar no solo ese resultado final, sino además los



procedimientos y condiciones que cada uno empleo; y a excepción de Freiberg²⁶ que describe su metodología la mayoría de los autores solo reportan los resultados, incluso con este último autor se coincide con las metodologías que se emplearon conforme la norma ADA 27³ e ISO 4049⁴², aunque los resultados del autor²⁶ y esta investigación sean distintos, tal es el caso de la resistencia flexural 77 ± 4 MPa; contrastante con Freiberg²⁶ que obtuvo 120 Mpa.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

11. CONCLUSIONES

La hipótesis si cumple con lo que exige la norma respecto a los valores para la resistencia flexural, al haber obtenido un valor no inferior a 50MPa como se exige, ya que en esta investigación se registraron 77 ± 4 MPa.

En cuanto a los valores que exhibe el fabricante para Artglass® la hipótesis se considera nula en la resistencia flexural, pues él fabricante solo la considera como óptima, pero sin reportar un valor específico, pues los valores que se pueden encontrar en la literatura para esta propiedad mecánica son reportados en investigaciones de diversos autores como Bength⁶, Freiberg²⁶, Nizan⁴¹, Overview⁴³, Sellard⁴⁹ y la Universidad de Mainz².

La hipótesis no procede para la resistencia al desgaste, porque no se concluyó la prueba por no lograr precisión en la toma de medidas finales y desajustes del equipo al mostrar diversas trayectorias en cada espécimen. Tanto la norma Americana ANSI/ADA especificación No. 27 -1993³ y la Europea ISO 4049:1998⁴⁵ no exigen aún un valor que deban cumplir estos materiales por la complejidad de la prueba y mientras no se estandarice una máquina para desgaste, seguirán surgiendo diversos y complejos diseños que proponen resultados innovadores con métodos de interpretación igualmente variados.

Por su parte el fabricante³¹ no describe una metodología para la prueba de resistencia al desgaste con la que demuestre que Artglass® es óptima para la dentición natural al comportarse similar a ésta al superar los valores de los composites y ser menor que los valores de las cerámicas.

Para la resistencia compresiva la hipótesis comparada con la norma cumple, pues ésta no exige un valor, solo pide que no exista una diferencia del 15 % o

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

más de su valor promedio entre cada una de las muestras, lo cual sucede en esta investigación. En basa a lo anterior se puede considerar como un resultado favorable, el valor de 54.73 MPa pues no existe una diferencia mayor a 15 % entre los valores de cada espécimen. Mientras que el fabricante, no determina un valor en esta propiedad.

Propongo que se estimulen mas investigaciones en las que se puedan tomar las experiencias del Laboratorio de Materiales Dentales, Lopez³⁵ y de esta investigación en las que se evite recurrir en metodologías erróneas y mejorar aun más el comportamiento del equipo dependiendo las necesidades del ensayo con el que se pueden obtener resultados ilimitados y precisos gracias a su fácil acondicionamiento e interesante versatilidad, incluso tratar de estandarizar procedimientos para diversos materiales dentales en los que se puedan comparar con posteriores investigaciones y dejar parámetros fundamentados.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

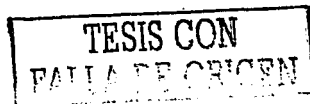
1. Albers HF. Odontología Estética: Selección y Colocación de Materiales. Edit. Labor. Barcelona. 1998. 304pp. [FO. UNAM: RK652.5-A5218-K.18622].
2. Artículo Científico: Scientific Documentación, Targis-Vectris. Research and Development Scientific Service, Nov. 1996.
3. ANSI/ADA especificación No. 27 -1993: MATERIALES DE OBTURACIÓN A BASE DE RESINAS SINTÉTICAS. (ISO 4049:1988 - DADI-1990 - DRAFT PROPOSAL). Y Apéndice: [métodos suplementarios para pruebas]. 1993, pp. 23, 29-36 [Posgrado, Laboratorio de Materiales Dentales FO, UNAM].
4. Anusavice JK. La Ciencia de los Materiales Dentales de Phillips. 10ª ed. Edit. Mc Grow-Hill Interamericana. México. 1996. 746pp [RK652.5-A5818- K39870 FO UNAM].
5. Barrancos Mooney. Operatoria Dental. 3ª ed. Edit. Medica Panamericana. Madrid España. 1999. 1176pp. [RK501-B36-K38952FOUNAM].
6. Bength Ö, Arnd K, Gunnar C. Odontología Protésica: Principios y Estrategias Terapéuticas. edición en español. Edit. Mosby. Madrid España. 1997. 256pp [RK501-O8318-k36729 FO UNAM].
7. Bertolotti RL, Miller D. Gold-Acrylic Resin Facing Replaced by Intraoral Bonding of a Polyglass: A Case Report, Quintessence International, 1999 Aug; 30 (8): 557-9.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

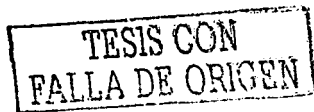
8. Bertolotti RL. A New Polymer Glass Utilized for Modification and Repair of Fixed Partial Dentures; Quintessence International, 1997 Jun; 28 (7): 437-9.
9. Bottino MA, Ferreira QA, Miyashita, Guinnini V, Estética en Rehabilitación Oral: Metal Free, 1ª ed., Edit. Artes Medicas Latinoamérica, Brasil, 2001, 335-339 pp. [RK653.5-E77-K45489 FO UNAM].
10. Bouschilcher, Cobb, Vargas MAJ, Effect of Two Abrasive Systems on Resin Bonding to Laboratory-Processed Indirect Resin Composite Restorations, Esthetic Dent 1999; 11(4):185-96 (SIN: 1040-1466).
11. Bouschlicher, D. S. Cobb, Effect of Surface Treatment on Bonding of Indirect Resin Restorations, Univ. of Iowa, Iowa City, IA, USA. Agregado en la literatura del fabricante para su producto en el perfil técnico.
12. Burdairon G. Manual De Biomateriales Dentarios. 2ª ed. Edit. Masson. Barcelona. 1991. 305pp. [FO. UNAM: RK652.5-B8718-K38525].
13. Combe E.C. Materiales Dentales, Edit. Labor. Barcelona España. 1990. 378pp [RK652.5-C6518-K21746 FO UNAM].
14. Dietschi D, Spreafico R. Restauraciones Adhesivas No Metálicas: Conceptos Actuales Para el Tratamiento Estético de los Dientes Posteriores. Edit. Masson. ed. española. 1998. 215pp. [RK517-D54418-K.38502 FO UNAM].
15. Dirección Electrónica de Heraeuz-Kulzer México: kmex@data.net.mx
16. Dirección Electrónica de Heraeuz-Kulzer: <http://kulzer.com/home.htm>
17. Dirección Electrónica de Heraeuz-Kulzer: <http://www.heraeus-kulzer.com/mx>



18. Dirección Electrónica de la Revista CRA (Clinical Research Associates): www.cranews.com; vol 15, No. 9, Sep. 2001
19. Erdrich JA, Art of glass: Estética, Literatura del fabricante para su producto en el perfil técnico Artglass-Kulzer, 11pp.
20. Erdrich JA, A New Generation of Material: For use in Crown and Bridge Applications, Wehrheim, Germany, H-Kulzer, 4pp, Literatura del fabricante para su producto en el perfil técnico Artglass.
21. Erdrich JA, Clinical Results of Metal-free "Artglass" Crowns, Wehrheim, Germany, H-Kulzer, No. 2/99. Experiencia agregada en literatura del fabricante para su producto en el perfil técnico Artglass.
22. Erdrich JA, In-vitro Study of Fracture Resistance of Metal-free "Artglass" Crowns, Wehrheim, Germany, H-Kulzer, No. 3/99. Experiencia agregada en literatura del fabricante para su producto en el perfil técnico Artglass.
23. Estafan DJ, Dussetschleger F., Fabrications of Resin-Bonded Three-Unit Prostheses; Am J Dent 1999 Feb; 12(1): 51-2 (SIN: 0894-8275).
24. Eykmann R. Metal-free Restorations Made of Artglass: Taking a closer look at a new restoration material, Heraeus-Kulzer, Dental Technology. Agregado en la literatura del fabricante para su producto.
25. Freiberg RS, Ferracane JL, Artglass Composite May Be Unsuitable for Restorations Subjected to Oclusal Stresses, Dental Abstracts; 44 (Issue 3) 1999, 12.
26. Freiberg RS, Ferracane JL., Evaluation of Cure, Properties and Wear Resistance of Artglass Dental Composite, American Journal of Dentistry, 1998, October, 11(5), 214-218 pp.



27. Goldstein RE. Esthetics in Dentistry: Principles, Communications, Treatment Methods. 2ª ed. Vol.1 de 3. Edit. BC Decker, Canadá. 1998. pp. 402. Posgrado FO. UNAM: RK54-C6399-K(1)8349]
28. Guzmán BHJ. Biomateriales Odontológicos de Uso Clínico. Edit. Cat. Bogota Colombia. 1990. 284pp. RK652.5-G89-K.26827 FO UNAM].
29. Heraeuz-Kulzer, "Artglass"-1-Year Clinical Report, The Dental Advisor, 1999, March, No. 3/99, Agregado en la literatura de datos técnicos de Artglass.
30. Heraeuz-Kulzer, Artglass, Product Update; Kulzer, The Dental Advisor. Literatura del fabricante para su producto en el perfil técnico Artglass.
31. Heraeuz-Kulzer, Artglass: La Nueva Forma de Trabajar Vidrio, Perfil Técnico del Producto Artglass.
32. Ketterl W, Odontología Conservadora. Cariología: Tratamiento mediante obturación, Edit. Ediciones Científicas y Técnicas, Barcelona, 1994, 379pp (Biblioteca Central UNAM).
33. Lacy A., The Submerged Framework Bridge Laboratory and Clinical Considerations, QDT; 2000, 139-147.
34. Leinfelder KF, New Developments in Resin Restorative Systems, JADA, 1997, May. 128. 573-581 pp.
35. López SA, Cuantificación de desgaste en resinas compuestas, polímeros de cerámica optimizada directos y amalgama en oclusión dinámica con esmalte utilizando un simulador de masticación dinámico. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2001. 82pp. Tesis (Licenciatura).



36. Lorner L, Llana M, Ubet V., Almenar A. Estudio Comparativo de la Interfase Diente / obturación Entre Dos Ceromeros. Departamento de Estomatología. Universidad de Valencia.
37. Marín Nava Omar Bernardo, Sistema Artglass, Experiencia del perfil técnico del Artglass.
38. Mc Cabe J.F, Anderson: Materiales de Aplicación Dental; Edit. Salvat; Barcelona España; 1988; 184pp [RK652.5-A5318-K.30568 FO UNAM]
39. Macchi RL. Materiales Dentales. 3ª ed., Edit. Panamericana, Argentina, 2000, 376pp. [RK652.5-M32-K.44683 FO UNAM]
40. Nakamura T, Yumada K, and Maruyama T. Clinical Application of a Newly Developed Hybrid Ceramic Composite for Posterior Prostheses; QDT: New Materials Estenia, 1999, 83-92.
41. Nizan Fuhrer, Restoring Posterior Teeth with a Novel Indirect Composite Resin, 1997(9)1: 124-130.
42. NORMA EUROPEA de Odontología. UNE versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 24049, de fecha julio de 1992. Para MATERIALES DE OBTURACIÓN A BASE DE RESINAS SINTÉTICAS (ISO 4049:1998). (Versión oficial EN 24049: 1992). Publicada por AENOR. Noviembre de 1993, pp. 115-136 [Posgrado, Laboratorio de Materiales Dentales FO, UNAM].
43. Overview, Jackson RD., Indirect Resin Inlay and Onlay Restorations: A Compressive Clinical. Pract Periodontics Aesthet Dent 1999 Oct; 11(8): 891-900; quiz 902 (SIN: 1042-2722).



44. Pensler AV, Bertotti RL, Miller D. Building Laminate Veneers and Fixed Bridges With Polymer Glass Technology, *Comped Contin Educ. Dent* 1997 Jul; 18 (7)712-6.
45. Perfil técnico de Artglass, por su fabricante Heraeuz-Kulzer.
46. Rammelsberg P, In-vitro Study of Fracture Resistance of Metal-free "Artglass" Crowns, Heraeuz-Kulzer, 1999, Experiencia agregada en literatura del fabricante para su producto en el perfil técnico Artglass.
47. Rammelsberg P, The Influence of the Size on the Fracture Resistance of Metal-free "Artglass" Posterior Crowns, *Information de Kulzer. No. 2/99*. Experiencia agregada en el perfil técnico de Artglass.
48. Samadzadeh A., Bardwell D., Marginal Adaptability of Two Different Ceramic Inlay Systems *In Vitro*, Tufts University School of Dental Medicine, Boston, Massachusetts, USA. pp. 1434. Agregado en la hoja de datos técnicos de Artglass.
49. Shellard E, Steven E.D, Indirect Composite Resin Materials for Posterior Applications, *Compend Cont. Educ. Dent.* 1999 Dec; 20 (12): 1166-1171
50. Suzuki S, Satoko H, Suzuki H., Charles F. Cox, Evaluating the Antagonistic Wear of Restorative Materials: When Placed Against Human Enamel, *JADA*; Jan 1996 (127) 74-79.
51. Suzuki S. Suzuki H. Kramer C., Enamel Wear Against Resin Composite and Ceramic C&B Materials, University of Alabama, School of Dentistry S., Birmingham, Alabama, USA, pp. 2454. Experiencia agregada en el perfil técnico de Artglass por Kulzer.



52. Trushkowsky RD. Ceramic Optimized Polymer: The Next Generations of Esthetic Restorations — Part. 1, Compend Contin Educ Dent, 1997 Nov; 18 (11): 1101-6, Passim; Quiz 1114.
53. Vega del Barrio JM. Materiales en Odontología: Fundamentos Biológicos, Clínicos, Biofísicos y Físicoquímicos. 1ª ed. Edit. Avances Medicodentales. Madrid España. 1996. 598pp [RK652.5-V44-K7107 Posgrado FO UNAM].
54. Wright PS. Smith BGN. Brown D. Utilización Clínica de los Materiales Dentales. Edit. Masson. Barcelona. 1996. 332pp [RK652.5-S5718-K46733 FO UNAM].
55. Ziesch U. Artglass: ¿el futuro de la técnica de revestimiento? Quintessence Técnica (edición en español). 1996(7)7: 374 - 389

TESIS CON
ETIQUETA DE ORIGEN