



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**PUESTA EN PUNTO DE OCLUSOR MECÁNICO PARA  
PRUEBAS DE ABRASIÓN (PUMA FHBS) EN CEMENTOS  
RESTAURATIVOS TEMPORALES.**

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N O   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

**JORGE ANDRÉS FERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

**TUTOR: DR. FEDERICO HUMBERTO BARCELÓ SANTANA**

MÉXICO, D.F.

**2009**



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**

Esta tesina se la dedico a mis padres, agradezco con todo mi corazón todo el apoyo que me han brindado, todos sus consejos, y sobre todo, el sacrificio tan grande que han tenido que hacer por mi durante toda su vida.

Todo lo que soy se lo debo a ellos.

Gracias papá, por que a pesar de tener que trabajar todo el tiempo y estar muy ocupado y cansado, siempre has tenido tiempo para aconsejarme, curarme, y preocuparte por mi.

Gracias mamá, por estar siempre a mi lado, por saber ser mi amiga y confidente, por comprenderme y saberme aconsejar en los momentos mas difíciles.

Gracias por desvelarse por mi, gracias por cuidarme, y sobre todo, gracias por brindarme su amor.

Gracias a mi pequeña hermana, que ha sabido darme su apoyo y comprensión durante toda mi vida, gracias manita por estar siempre a mi lado, te quiero mucho.

No olviden que los amo con todas mis fuerzas, son muy importantes para mi.

Agradezco al doctor Federico Humberto Barcelo Santana, que sin saberlo, ha sido mi guia durante toda mi carrera y me ha brindado todo su apoyo y conocimiento para terminar este trabajo, gracias por su tiempo, gracias por siempre estar disponible.

Agradezco al doctor Carlos Andrés Álvarez Gayosso, quien me ofrecio su apoyo durante todo mi trabajo, gracias a sus conocimientos esto fue posible.

Por último, agradezco el tiempo que me dedico el doctor Jose Luis Pablos Hach en los últimos momentos de mi investigación, fue un gran apoyo.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 DUREZA .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 DESGASTE POR ATRICIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 DESGASTE POR ABRASIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>1.5 DESGASTE POR EROSIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>1.6 DESGASTE POR IMPACTO .....</b>	<b>7</b>
<b>1.7 DESGASTE POR CORROCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>2. NORMA .....</b>	<b>9</b>
<b>3. CEMENTOS DENTALES .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 RESTAURACIÓN TEMPORAL .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 ÓXIDO DE ZINC Y EUGENOL .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 CEMENTO DE FOSFATO DE ZINC .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4 CEMENTO DE CARBOXILATO .....</b>	<b>18</b>
<b>3.5 CEMENTO DE IONÓMERO DE VIDRIO .....</b>	<b>19</b>

<b>4. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 GUIA PARA PROBAR EL USO DE MATERIALES DENTALES.....</b>	<b>22</b>
<b>4.2 MÉTODO DE ENSAYO DIN .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3 CONDICIONES DEL MÉTODO .....</b>	<b>24</b>
<b>5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>27</b>
<b>6. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>28</b>
<b>7. OBJETIVO .....</b>	<b>29</b>
<b>8. HIPÓTESIS .....</b>	<b>30</b>
<b>9. MATERIAL .....</b>	<b>31</b>
<b>10. PRUEBA PILÓTO .....</b>	<b>33</b>
<b>11. CARACTERÍSTICAS .....</b>	<b>39</b>
<b>12. MÉTODOS COMPARATIVOS COMPROBATORIOS .....</b>	<b>40</b>
<b>13. RESULTADOS DEL DESGASTE .....</b>	<b>47</b>
<b>14. DISCUSIÓN .....</b>	<b>57</b>
<b>15. CONCLUSIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>60</b>

## INTRODUCCIÓN

Se tiene que entender que es extremadamente difícil realizar un estudio de desgaste para cualquier material de obturación que estará en boca, ya que la cavidad oral tiene mecanismos muy complejos y es imposible reproducir de forma exacta cada situación en un laboratorio.

Sin embargo, hay aparatos que nos permiten reproducir ciertas condiciones; en este caso, se elaboró con un artefacto que realiza un deslizamiento de una bala de acero inoxidable sobre el material a estudiar, también tiene la característica de reproducir la humedad y temperatura bucal así como un peso determinado; el oclisor mecánico PUMA FHBS nos permite exponer muestras de cualquier material a una carga, humedad, y temperatura constante durante ciclos determinados.

En este caso para la puesta en punto del oclisor dinámico PUMA FHBS, se realizó un estudio sobre cementos dentales de obturación temporal.

Es obligación del cirujano dentista realizar restauraciones temporales antes de colocar la restauración permanente. En dientes en los que hubo una lesión pulpar se debe de utilizar una restauración temporal que asegure la recuperación de la pulpa o cuando se utiliza técnica indirecta para restauraciones coladas se necesita una restauración temporal que proteja esa cavidad de cualquier daño tanto físico, químico o biológico hasta que se realiza la obturación de forma permanente.

En caso de odontopediatría, cuando existen casos de pacientes con caries rampantes, es parte del tratamiento que el cirujano dentista decida eliminar todas las caries en la primera sesión para modificar la flora bucal del paciente y así detener esa propagación bacteriana, así que se colocan

obturaciones temporales por largos periodos de tiempo que van desde algunos días, meses o incluso años.

Durante el tiempo en que este tipo de materiales estén en boca , deberán de tener una función masticatoria que repercute en el deterioro de los mismos y que de acuerdo al tiempo y condiciones de uso sufrirán cierto desgaste, el cual necesitamos conocer para elegir correctamente el material a utilizar. Para este fin se requiere de valoraciones de estos y otros materiales de restauración , por lo que la necesidad de un aparato que permita reproducir ciertas condiciones que se presentan en la boca se hace necesario.

Ya que estas obturaciones deben de proteger al diente de cualquier daño, el cirujano dentista tiene la obligación de tener el conocimiento de cada propiedad física, química y biológica de estos materiales; también tenemos la necesidad de saber cuánto tiempo pueden durar en boca sin daño o tener presente la perdida de materia que se propicia en condiciones bucales normales; para poder tener los datos exactos del desgaste que tiene cada material, es necesaria la realización de pruebas de laboratorio establecidas en la norma ISO/TS 14569; en esta investigación se realizaron varias pruebas de desgaste con el oclisor mecánico PUMA FHBS exponiendo las muestras a 20 000 ciclos con un peso de 4 N/mm<sup>2</sup> y a una temperatura de 37°C proporcionándonos una serie de resultados interesantes; estas muestras se valoraron por medio de tres métodos diferentes y de esta manera poner en punto el oclisor mecánico PUMA FHBS.

Esta investigación también brinda al lector el conocimiento de algunos cementos de obturación temporal de uso común en odontología; ya que se realizaron varias pruebas de resistencia a la abrasión en estos cuatro diferentes cementos de obturación temporal y se ejecutó una comparativa

entre ellos, también en este trabajo se encontrará su forma de uso, su manipulación, así como sus características químicas y físicas, asimismo su biocompatibilidad para que el lector pueda decidir que material usar en cada situación de forma precisa, y así lograr el éxito en su tratamiento.

Los cementos temporales analizados en esta investigación fueron el ionómero de vidrio, el cemento de policarboxilato, el cemento de fosfato de zinc, y el conocido cemento de óxido de zinc y eugenol .

## **1. MARCO TEÓRICO**

Existen varios tipos de sistemas de desgaste, todos ellos deben de cumplir con la norma ISO/TS 14569. Estos sistemas dependen del tipo de antagonista a usar, el medio, y el tipo de movimiento que realizará el instrumento, este puede ser por deslizamiento, por impacto o por medio de una combinación de ambos movimientos; este instrumento al realizar el movimiento establecido y al ejercer la carga deseada sobre el material a estudiar, efectúa un desgaste, para entender correctamente lo que sucede, es necesario saber algunas definiciones, sobre todo, elementos físicos como la dureza y desgaste, así como sus tipos.

### **1.2 DUREZA**

La dureza superficial de un material generalmente se mide en términos de resistencia a la penetración ,rayado o indentado que un material



más duro produce sobre otro menos duro . Existen cuatro probadores de dureza, el Brindell, el Rockwel, el Vickers y el Knoop.<sup>1</sup>

Cualquier tipo de material, ya sea duro, dúctil, elástico, etcétera, sufren de desgaste; este desgaste que sufren los materiales dentales es inevitable, la boca realiza varios movimientos para triturar el alimento, y el cirujano dentista tiene la obligación de conocer que materiales tienen mayor y menor resistencia a este desgaste, para poder explicar este fenómeno, tenemos que saber la definición de algunos tipos de desgaste que existen en la literatura y como suceden.

### **1.3 DESGASTE POR ATRICIÓN**

Este es el más común de los desgastes, este sucede cuando un material sólido se desliza o presiona sobre otro material sólido con la misma dureza provocando la remoción de pequeñas partículas sobre la superficie de fricción de ambas superficies, por ejemplo, esto sucede con el desgaste natural de un diente sobre otro.<sup>2</sup>

### **1.4 DESGASTE POR ABRASIÓN**

El desgaste por abrasión sucede cuando existe deslizamiento de dos superficies igual que en el ejemplo anterior, sin embargo en este caso, una superficie tiene mayor dureza que otra, así que se registra una perdida

atómica de la superficie con menor dureza, el mejor ejemplo es la pérdida atómica que se registra en el esmalte cuando está en contacto directo con porcelana.<sup>2</sup>

## **1.5 DESGASTE POR EROSIÓN**

Este tipo de desgaste sucede cuando las partículas de un sólido o un líquido inciden en una parte específica de una superficie. Este tipo de desgaste puede ser de tipo químico como sucede con un ácido sobre un sólido, o puede ser de tipo mecánico, como sucede con las rocas del mar, las cuales están erosionadas por el cambio periódico del nivel del mar producido principalmente por las fuerzas gravitacionales.<sup>2</sup>

## **1.6 DESGASTE POR IMPACTO**

Es el desgaste provocado por el impacto continuo y repetitivo de dos superficies provocando una pequeña pérdida de materia en cada impacto, el mejor ejemplo es la misma masticación.<sup>2</sup>

## 1.7 DESGASTE POR CORROSIÓN

Es el desgaste que resulta de la interacción o ataque químico constante del medio ambiente con alguna superficie, esta corrosión que sufren las restauraciones incluyen, la fuerza neuromuscular de los músculos masticadores, los efectos de las sustancias que contiene la saliva, la composición química que tienen los materiales, así como sus características físicas que obtienen después de ser mezclados, y por supuesto que el contenido químico natural de la cavidad oral.<sup>2</sup>

El desgaste que sucede en cavidad oral no puede explicarse en solo una definición , ya que en boca, es una combinación de todas ellas. La cavidad oral es un lugar muy complejo, con gran cantidad de movimiento físico, mecánico y químico así que el material colocado en este sitio debe de tener resistencia a cada uno de estos cambios, por lo menos en un tiempo determinado; para poder observar el comportamiento de estos materiales, es necesario someterlos a varias pruebas, entre ellas, la que se realiza en esta investigación al poner en punto este oclusor mecánico.

## 2. NORMA

Está bien entendido que los mecanismos de desgaste en boca son muy complejos. En adición pueden diferir de un individuo a otro. Por lo tanto parece imposible reproducir estas condiciones variables por una sola prueba de desgaste.

Como consecuencia varias pruebas de desgaste han sido propuestas en la ciencia dental. La mayoría de ellas consideran principalmente un aspecto en específico de los diferentes mecanismos, algunos de ellos incluso afirman ser capaces de caracterizar la resistencia al desgaste de los materiales dentales por completo. Sin embargo, estos procedimientos no son realmente comparables por los diferentes mecanismos de desgaste considerados, y no existe un método completamente aceptado.

Por lo tanto, tiene sentido utilizar pruebas de laboratorio, investigando separadamente los aspectos del desgaste presentados bajo condiciones clínicas distintas. Pueden determinar el desgaste solo para aquellas situaciones clínicas en donde el mismo mecanismo de desgaste domina, pero puede ser posible predecir el desgaste clínico completo por medio de diferentes métodos de pruebas.

En la segunda parte de ISO/TS 14569, se considera el desgaste por contacto oclusal de dientes naturales como antagonistas. La intención de esta parte es la de describir las diversas pruebas de laboratorio existentes y definir las condiciones de la prueba para que puedan ser utilizadas por lo menos para explorar diferentes materiales.

Dado al pequeño desgaste en la mayoría de las pruebas, un perfilómetro, escáner láser o un método similar es utilizado para medir el

desgaste. Para todas estas pruebas, es necesario un software de computadora. Este software aun no está especificado o estandarizado. Aun no se ha definido la precisión a la que la exploración de la superficie debe hacerse, tampoco si todo el patrón de desgaste debe ser medido o solo una parte. Desde un punto de vista práctico, los patrones deben igualarse precisamente antes y después de la prueba, y para este propósito los puntos de referencia deben hacerse en algunos casos, especialmente cuando se mide con un antagonista.

Los métodos reunidos en esta parte del ISO/TS 14569 hasta aquí deja estas preguntas abiertas al sentido común de la persona que hace las pruebas, pero sus respuestas serán incorporadas después cuando exista más experiencia con los procedimientos de esta prueba.

El desgaste, determinado de acuerdo a esta parte del ISO/TS 14569, sólo es válido junto con la combinación indicada de los materiales probados. Una generalización del valor obtenido, por ejemplo como una constante de material, no es posible. El poliacrilato como material de referencia, así como alúmina para el antagonista, no representan necesariamente la situación en boca. Estas pruebas de laboratorio solo dan una indicación para el desempeño clínico.<sup>3</sup>

### 3. CEMENTOS DENTALES

Los cementos dentales se han usado a lo largo de la historia, desde la colocación de jadeíta, pirita de hierro, hematites, turquesa, cuarzo, serpentina y cinabrio con cemento cálcico en la cultura maya con fines ceremoniales<sup>4</sup>, hasta Pierre Fauchard con la colocación de oro, estaño y plomo en una cavidad para evitar el malestar dental con fines enteramente terapéuticos.<sup>5</sup>

Sin embargo la odontología no se detuvo, por el año de 1895 se introdujeron los modernos cementos dentales, adaptados de una sustancia que contenía cloruro de zinc (Osterman), el cual era un excelente material, tenía casi todo lo necesario; sin embargo, era dañino para la pulpa dental, así que para 1879 se introdujo el oxifosfato de zinc.

A medida que esas investigaciones se realizaban, la modificación de la fórmula básica del cemento de Osterman se hacía más imperiosa, ya que los resultados obtenidos al ser usado "in vivo" no eran halagadores. El añadir otras sustancias a la fórmula conocida, eliminar o cambiar sus componentes, fueron los tres rumbos o caminos trillados por los investigadores en el estudio y experimentación con este grupo de materiales dentales.<sup>6</sup>

Los años 1878 y 79 son especialmente recordados en la historia de la odontología, por ser las fechas de preparación de los cementos dentales más utilizados en la especialidad: el cemento de fosfato de zinc (Peirce) y la llamada porcelana sintética o cemento de silicato, preparada por Thomas Fletcher en Inglaterra y patentada un año después en Alemania por su descubridor.<sup>7,8</sup>

La fórmula de Peirce (fosfato de cinc) desde el momento de aparecer en el mercado tuvo una total aceptación por parte de los profesionales de la odontología no corriendo igual suerte el preparado de Fletcher hasta el punto de aceptar una espera de 25 a 30 años para ser patentado en escala comercial y por lo tanto entrar en el campo de los materiales de obturación (1900-1904).<sup>9</sup>

Así fue como en la búsqueda de mejores materiales de obturación, llevaron al desarrollo de numerosas clases de cementos nuevos, así es que al final de la década de los 1920, quedaron firmemente establecidos en la práctica dental los tres tipos básicos de cementos: fosfato de zinc, óxido de zinc con eugenol y de silicato.

Sin embargo, a pesar de que las propiedades químicas y físicas de estos compuestos son benéficos, han podido mejorarse dramáticamente por la integración de diferentes componentes, mejorando sus características tanto físicas como de biocompatibilidad en los siguientes 50 años, aunque la composición básica de estos cementos ha permanecido igual.

En 1966, Smith introdujo un nuevo tipo de cemento cuya composición del polvo era esencialmente la misma que la de los cementos de fosfato de zinc, pero con componentes líquidos diferentes, que estaban constituidos por un ácido poliacrílico acuoso. Smith noto una verdadera adhesión química con los tejidos dentales, innovando por completo los materiales de obturación o base, este material tenía grandes ventajas en comparación a los demás; así que con este cemento llamado carboxilato, Smith abrió la puerta a un nuevo campo en los materiales dentales adhesivos.<sup>9</sup>

Más tarde, en base a los estudios del Dr. Smith, en 1965 y 1966, A.D. Wilson examinando mezclas del silicato de zinc con soluciones acuosas de varios ácidos orgánicos, se dio cuenta de la estabilidad dimensional y

química del cemento lograda con el agua, después en 1968 y 69, en colaboración con Kent y Lewis controlaron la fórmula química  $Al_2O_3/SiO_2$  en relación con el vidrio.

Así las investigaciones de Kent con colaboración de Wilson dieron origen al primer ionómero de vidrio, buscando mejorar las características físicas del cemento de carboxilato y de los cementos de silicato, subsecuentemente fue probado clínicamente por McLean encontrando excelentes resultados.

La clave del descubrimiento se realizó en 1972 por Wilson y Crisp, quienes modificaron la reacción química con el ácido tartárico, extendiendo el tiempo de trabajo, el ajuste y la nitidez de la mezcla, dando origen a uno de los mejores materiales dentales de esta época.<sup>10</sup>

La aparición en la práctica odontológica de un gran número de compuestos, es la prueba más convincente del esfuerzo desplegado por un grupo de hombres de ciencia que supieron dar lo mejor de su inteligencia y voluntad en pro de nuestra profesión y de manera indirecta en beneficio de la humanidad.

En ésta indagación, hablaremos de algunos cementos dentales; de los cuales, solo serán estudiados los que están registrados en la ADA como cementos para obturación, entre ellos se investigaran el óxido de zinc y eugenol, cemento de fosfato, cemento de carboxilato de zinc, y el ionómero de vidrio.



### 3.1 RESTAURACIÓN TEMPORAL

El cirujano dentista necesita realizar en numerosos casos restauraciones temporales antes de colocar la restauración permanente. Por ejemplo, en dientes en los que hubo una lesión pulpar importante se utiliza un tratamiento paliativo que asegure una recuperación más completa de la pulpa después de colocada la restauración permanente. En estos casos la restauración temporal puede durar en boca varias semanas. Otro ejemplo es cuando se utiliza técnica indirecta para restauraciones coladas, en estos casos se necesita una restauración temporal entre el momento en que se realiza la cavidad y se manufactura la corona o la incrustación.

En otras condiciones, es inevitable que la restauración temporal resida en el diente durante periodos prolongados, de seis meses o inclusive años. En el área de odontopediatría, por ejemplo, en bocas con caries rampantes, es recurrente que el cirujano dentista aspire eliminar todas las caries en la primera sesión para modificar la flora bucal y detener la propagación de la caries. Así que se colocan obturaciones temporales y las permanentes se van instalando según lo permita el horario de consulta. Estas son denominadas restauraciones intermedias.<sup>1</sup>

De forma ideal, una restauración temporal debe proteger a la pulpa dental del daño físico (dureza, resistencia a la abrasión, resistencia al desgaste, resistencia a la solubilidad, etc.), químico (ácidos presentes en boca) y térmico (alimentos muy fríos o calientes y cambios bruscos de temperatura); ayudar a la pulpa para su regeneración, mantener la

estabilidad posicional y la función oclusal, mantener el sellado para evitar la entrada de bacterias; así como retención y estética en la preparación dental.

Adicionalmente, pueden usarse para corregir irregularidades oclusales, alteraciones de la dimensión vertical y cambios tisulares del tejido. Así, las restauraciones temporales son componentes importantes en los tratamientos protésicos y seguramente serán usados durante mucho tiempo en la cavidad oral.<sup>11</sup>

Ahora tenemos que informar al lector sobre los cementos de obturación temporal probados en esta investigación.

### **3.2 ÓXIDO DE ZINC Y EUGENOL**

Este cemento está hecho a base de óxido de zinc y eugenol, aún que también contiene colofonia, aceites vegetales, óxido de aluminio, polvo de metacrilato, ácido etoxibenzoico (EBA), acetato de zinc o ácido acético glacial para mejorar sus propiedades, como su dureza, estabilidad, también es un buen aislante térmico y eléctrico.

Existen IV tipos de este cemento, aun que investigaremos con mayor detalle el tipo III el cual tiene suficiente resistencia para soportar cargas de condensación de otro material y resiste cargas directas de la masticación por lo que está indicado para base definitiva o restauración temporal lo cual es de sumo interés para nuestro estudio; al realizar la mezcla de este cemento se recomienda usar una loseta de cristal de 15 centímetros de largo por 8 centímetros de ancho y 2 centímetros de grosor para mantener la mezcla a la temperatura indicada, se debe mezclar con una espátula de acero inoxidable

rígida cuya área de trabajo mida 5 centímetros de largo, 7 milímetros de ancho y 1 milímetro de espesor a  $21^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$  aproximadamente y a una humedad de  $55 \pm 5\%$  colocando el óxido de zinc (polvo) en 4 porciones iguales; junto al polvo se coloca el eugenol en la cantidad indicada por el fabricante, una vez dividido se lleva una de las cuatro partes al líquido, realizando movimientos circulares mixturales y presionando sobre el cristal con las dos caras de la espátula hasta lograr una mezcla homogénea. Terminada ésta, se agrega la siguiente parte (cada 30 o 22 segundos) así hasta incorporar todo el polvo y completar la mezcla; se debe de realizar entre 90 y 120 segundos. Cualquier cambio en su manipulación o condiciones cambiara su reacción química acelerando o retardando la reacción.<sup>12</sup>

Tiene un reactivo ácido orgánico quelante (eugenol), y una sustancia básica que proporciona iones metálicos (zinc), esta reacción ácido base se neutraliza inmediatamente (pH7) por lo que este material es el más biocompatible de todos los cementos.

El eugenol que contiene realiza una acción paliativa sobre el dolor, lo cual es muy beneficioso para nuestra profesión, sin embargo, tiene algo desfavorable con el uso de las resinas, impide su polimerización.

Su presentación incluye un frasco con óxido de zinc (polvo) y el otro con el eugenol (líquido que se presenta en un frasco color ámbar para protegerlo de la luz), al mezclar estas dos entidades de acuerdo a las instrucciones del fabricante, se obtendrá una pasta de uso dental que endurecerá en un tiempo exiguo.<sup>12</sup>

### 3.3 CEMENTO DE FOSFATO DE ZINC

Se utiliza como forro o base y material cementante, éste material es uno de los cementos dentales más usados como restauración temporal.

Su presentación es en forma de polvo que contiene óxido de zinc en un 90%, así como, óxido de magnesio, óxido de bismuto, óxido de silicio y un líquido, el cual contiene ácido fosfórico y agua en proporciones más o menos iguales, además tiene sales de zinc y aluminio como buffer para amortiguar la acidez del ácido fosfórico, la reacción química es de tipo exotérmica; los primeros minutos de la mezcla es muy ácida, tiene una pH de 2.2, por lo que es muy agresivo con la pulpa dental, así que el profesional tiene que controlar su acidez y el calor generado por el compuesto. Esto se realiza por medio del espatulado, el cual es muy especial, se tiene que realizar con una loseta de cristal de 15 centímetros de largo y 8 centímetros de ancho para tener suficiente espacio y poder extender la mezcla, también 2 centímetros de grueso para controlar la temperatura, la cual debe de ser a punto de rocío (en la ciudad de México esta temperatura es aproximadamente de entre 8 y 10 °C) y tener mayor tiempo de trabajo y poder controlar la reacción química, se depositan el polvo del lado derecho para los diestros y el líquido del izquierdo, el polvo es colocado en forma cuadrada y luego se divide en 7 u 8 partes, la primer mezcla se realiza con el polvo que queda en la espátula después de la división, las dos primeras partes se cortan de forma muy pequeñas, después se mezcla con una espátula de acero inoxidable con un área de trabajo de 5 centímetros de largo, 7 milímetros de ancho y 1 milímetro de espesor llevando la parte más pequeña del polvo al líquido y mezclar durante 15 segundos, después la siguiente parte pequeña otros 15 segundos y así sucesivamente hasta terminar la mezcla teniendo un tiempo

de trabajo total de 2 minutos a una temperatura y humedad del ambiente de  $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $55 \pm 5\%$  de humedad relativa. Es importante recordar que entre mayor tiempo de espatulado menor acidez.<sup>12</sup>

### **3.4 CEMENTO DE CARBOXILATO**

El ácido acrílico es un ácido débil carboxílico con propiedades quelantes, el cual atrapa los iones metálicos del óxido de zinc llevando la mezcla a la neutralidad, como persiste su acción quelante tiene una característica muy especial, tiene una adherencia específica a los iones calcio del diente y a los iones metálicos de las restauraciones. Se puede decir que es un cemento no irritante y con adhesión química al diente.

Este material se presenta con un polvo a base de óxido de zinc, óxido de magnesio, polvo de poliácido carboxílico liofilizado, y el líquido puede ser agua o puede ser poliácido carboxílico más agua, su reacción química se da entre el óxido de zinc y líquido poliácido carboxílico, que por quelación el resultado es carboxilato de zinc, tiene características cerámicas y plásticas por lo que es gran aislante térmico y eléctrico.

Este cemento es muy estricto en cuanto la proporción polvo – líquido por lo que los fabricantes presentan el polvo con un frasco de boca ancha y una cuchara de medición y el líquido en un envase gotero de plástico o con una jeringa graduada para servir la cantidad recomendada de líquido, la mezcla se realiza con una espátula de acero inoxidable con un área de trabajo de 5 centímetros de largo, 7 milímetros de ancho y 1 milímetro de espesor de forma vigorosa entre 30 y 40 segundos los cuales deben de ser

uno o dos pasos preferiblemente en una loseta de cristal ya que este material tiene la propiedad de tixotropismo.

Al llevar el cemento a boca, la cavidad debe de estar libre de contaminantes, lo cual se logra lavando, secando, y limpiando con un algodón embebido en una solución de ácido cítrico o carboxílico, a continuación se lleva a boca mientras mantenga su aspecto brillante en la superficie mientras tenga su capacidad adhesiva, una vez colocado, es necesario esperar unos minutos antes de eliminar los excedentes ya que estando el material en forma plástica se pueden provocar espacios vacíos al desprenderlo.

Su desventaja más importante es el cambio dimensional que sufre con los cambios bruscos de temperatura, provocando su fractura, por lo que no es bien aceptado por su consumidor.<sup>12</sup>

### **3.5 CEMENTO DE IONÓMERO DE VIDRIO**

El ionómero de vidrio es una combinación del líquido del cemento de carboxilato de zinc que contiene ácido poliacrílico, agua, ácido tartárico y maleico con el polvo de vidrio de flúor aluminio y cemento de silicato y aluminio, calcio, flúor; con lo cual se aprovechan las propiedades de adhesión química del carboxilato y la liberación de flúor y la estabilidad dimensional del flúor – silicato. Este material tiene varios usos como sellador de fosetas y fisuras, como forro cavitario, como base y restauración temporal y definitiva en cavidades que no tienen cargas masticatorias (clase III, V).

<sup>12</sup> <sup>13</sup>  
,

Se presenta con un frasco de polvo con un dispensador y un frasco gotero, este cemento es igual de estricto que el carboxilato en cuanto a sus proporciones, su manipulación debe ser muy rápida con espátula de acero inoxidable con un área de trabajo de 5 centímetros de largo, 7 milímetros de ancho y 1 milímetro de espesor y de preferencia en una loseta de cristal aun que no es del todo necesario, el tiempo de espatulado debe de ser de alrededor de 30 segundos en uno o máximo dos pasos así que es preferible familiarizarse con el producto para manipularlo de forma correcta, es una magnífica elección, ya que tiene adherencia química al diente y a algunos materiales de obturación, tiene excelente estabilidad dimensional y una vez que transcurren 24 horas es poco soluble y tiene una buena dureza.<sup>12</sup>

Su composición química es originalmente una solución de ácido poliacrílico entre el 30 y el 50% con otros aditivos como el ácido itacónico para potenciar algunas propiedades o copolímeros de líquidos acrílicos. Algunos contienen ácido tartárico o maleico, que actúan como agentes aceleradores o endurecedores como el ácido vinil fosfónico. Estos poliácidos de alto peso molecular muestran buena afinidad con los órganos dentarios.

El polvo, es un vidrio de aluminio-silicato y otros componentes que mejoran sus características, con una fórmula de vidrio de fluoruro-alumino-silicato de calcio.

Cuando el polvo y el líquido son mezclados el vidrio de fluoruro aluminio Silicato (FAS) es atacado permeado por los iones de hidrógeno del ácido polialquenóico, libera iones de aluminio, calcio, sodio y flúor. Una capa de gel de sílice es formada lentamente sobre la superficie del polvo sin reaccionar con pérdida progresiva de iones metálicos. Cuando los iones libres de

aluminio y calcio alcanzan la saturación dentro del gel de silica ellos se difunden dentro del líquido y forman una cadena cruzada con 2 o 3 grupos carboxílicos ionizados (COO-) del poliácido para formar un gel. Cuando la estructura de la cadena cruzada aumenta a través de los iones de aluminio y el gel es suficientemente hidratado, el poliacrilato encadenado comienza a precipitar hasta que el cemento esta rígido.<sup>13</sup>

El coeficiente de expansión térmica es comparable al de la estructura del diente. La resistencia compresiva aumenta con el envejecimiento de la restauración debido a la incorporación de iones dentro de la matriz y de la cadena cruzada de estas. Sus ventajas más sobresalientes son su liberación de flúor, su adhesión química con el tejido dentario, y su coeficiente de expansión térmica igualitaria al tejido dental.<sup>13</sup>

Durante la reacción química el material puede sufrir una contracción; en presencia de una humedad relativa de más de un 85% el material se expande pero si es más baja el material se deseca. El resultado neto es una ligera expansión cuando existe un buen balance de agua y una baja absorción de agua proporciona restauraciones con buenas propiedades físicas.<sup>10</sup>



## **4. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA**

**ISO/TS 14569-2**

**Guía para pruebas de desgaste.**

**Parte dos: Desgaste por dos o tres cuerpos en contacto.**

### **4.1 GUIA PARA PROBAR EL USO DE LOS MATERIALES DENTALES**

En la parte dos de el ISO/TS 14569 se especifican los métodos de prueba para la valoración de resistencia a la abrasión de los materiales dentales que ocurre en las superficies oclusales de las restauraciones ya sea en dientes naturales o artificiales como resultado de la actividad fisiológica en la boca, aquí se coloca un cuadro que muestra los métodos utilizados.

Cuadro 1: Muestra los diferentes tipos de pruebas de abrasión.

Clausula	Método usado	Antagonista	Medio	Movimiento	Referencia	Forma de Medición
4	DIN	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	DESLIZAMIENTO	POLIMETILME TACRILATO	MASA Y PERFILOMETRO
5	ACTA	METAL O MATERIAL DENTAL	ARROZ, CASCARA DE MIJO EN SPRAY	DESLIZAMIENTO	----	PERFILOMETRO
6	ZURICH	ESMALTE	H <sub>2</sub> O	IMPACTO Y DESLIZAMIENTO	ULTIMO EXAMEN	PERFILOMETRO
7	ALABAMA	POLYACETAL	PMMA	IMPACTO Y DESLIZAMIENTO	----	REM
8	FREIBURG	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	DESLIZAMIENTO	POLIMETILME TACRILATO	MASA Y PERFILOMETRO
9	MINNESOTA	DIENTE	H <sub>2</sub> O	DESLIZAMIENTO	---	PERFILOMETRO
10	OHSU	ESMALTE	SEMILLA DE AMAPOLA	IMPACTO Y DESLIZAMIENTO	---	PERFILOMETRO MAS IMÁGENES Y FIDEO
11	NEWCASTLE	ESTEATITA Y ESMALTE	H <sub>2</sub> O	DESLIZAMIENTO	---	PERFILOMETRO

## 4.2 MÉTODO DE ENSAYO DIN

Se deslizan dos especímenes, uno sobre el otro bajo una carga segura a temperatura ambiente colocados en agua. El desgaste es determinado pesando la pérdida de sustancia o mediante otros métodos que miden la altura de pérdida por el desgaste. Dependiendo del material utilizado, la pérdida de sustancia puede ser muy pequeña. En este caso el volumen desgastado puede ser determinado escaneando la superficie con un perfilómetro, o con un escáner láser o algún método similar. Estas pautas

para prueba de desgaste son diseñadas para probar coronas y puentes veneer de resinas, por lo tanto el polimetilmetacrilato (PMMA) fue elegido como material de referencia. Este material de referencia es probado simultáneamente y en comparación con el mismo material antagonista como material de prueba. Siempre es necesario comparar el valor de un material probado con el valor de polimetilmetacrilato (PMMA) que es el material de referencia.

### 4.3 CONDICIONES DEL MÉTODO

- La prueba de desgaste es llevada hasta  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

#### Aparatos y materiales

- **Equipo de prueba para desgaste**, permitiendo el ajuste de parámetros de la siguiente manera:
  - La carga del antagonista abrasionante en contra del espécimen debe ser de  $8\text{ N/mm}^2$  a  $10\text{ N/mm}^2$ ;
  - La superficie debe de erosionarse por intervalos.
  - La velocidad a la que las dos superficies de desgaste se deben de deslizar no debe de estar a más de  $100\text{ mm/s}$ .
  - La temperatura que rodea a los especímenes debe de controlarse a  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .
  - El agua usada es desionizada, en concordancia a la ISO 3696.

- El material del antagonista debe de tener al densidad de la alúmina o de cualquier otro material, que deba ser probado como antagonista.
- **Los especímenes de referencia** deben ser hechos por desvinculado lineal y no plastificado de polimetilmetacrilato (PMMA) con una masa molecular mayor a 1 000 000.
- NOTA Plexiglass, Perspex y Acrylite son ejemplos de productos apropiados y disponibles comercialmente. Esta información es dada para la conveniencia de los usuarios de esta parte del ISO/TS 14569 y no constituye promoción por ISO de estos productos.
- **Instrumentos o método para la determinación del volumen desgastado de los especímenes**, tal como un balance analítico con precisión de 0,1 mg.
  - Se puede utilizar un perfilómetro o escáner de láser junto con un software de computadora para registrar automáticamente los datos e ir calculando los resultados.
- **Preparación. Especímenes de prueba**
  - Los especímenes deben ser preparados de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Los moldes para preparar los especímenes deben estar diseñados de acuerdo a los requerimientos del equipo de prueba utilizado. Seis especímenes deben ser preparados. Todos los especímenes deben de pulirse como recomienda el fabricante. Todos los especímenes son almacenados a  $(37\pm 1)^{\circ}\text{C}$  en agua por 7 días. Si el desgaste es determinado por la pérdida de masa, la

densidad ( $\rho$ ) de cada espécimen después del almacenaje en agua debe ser determinado por el principio de Arquímedes (ver ISO 1183-1).

- **Especímenes de referencia**

- Los especímenes de referencia puede ser cortados desde una capa lineal desvinculado y desplastificado de polimetilmetacrilato (PMMA) con una masa molecular arriba de 1 000 000.

- NOTA PMMA puede ser usado con materiales a base de polímeros, pero para comparar los resultados de cerámica o aleaciones otros materiales pueden ser usados como referencia.

- **Antagonista**

- Si la alúmina aglomerada densamente es utilizada para el antagonista, su superficie debe arenarse con corundum [tamaño de la partícula  $(150\pm 20)\mu\text{m}$ ] en 4 bar y 20 mm a 30 mm de distancia hasta que la superficie tenga una uniforme y pálida apariencia.

- El valor de la rugosidad medio Ra (el valor promedio de todas las distancias del perfil de rugosidad) debe ser aproximadamente  $0,75 \mu\text{m}$ .<sup>3</sup>

## 5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En odontología contamos con una gran gama de materiales de obturación, ya sean temporales o definitivos. Es necesaria la realización de pruebas de abrasión a todos ellos para que el cirujano dentista tenga el conocimiento de su duración en boca sin daño, para eso, necesitamos diferentes métodos de prueba, el ocluser dinámico PUMA FHBS es uno de estos métodos de prueba que debe ser probado.

El comportamiento de los materiales de obturación temporal tienen un cúmulo de variantes según su composición o familia a la que pertenecen, en la norma No. 96 de la ADA muestra los diferentes tipos de reacciones químicas dentro de los cementos a base de agua que observamos en esta investigación, por ejemplo tenemos los cementos que se basan en la reacción entre el óxido de zinc y el ácido fosfórico o aquellos que se basan en la reacción entre el óxido de zinc y el ácido poliacrílico también aquellos basados en el óxido de zinc y un agente quelante como el eugenol o los más nuevos a base de ácido poliacrílico y polvo de vidrio; conocer el comportamiento de cada uno de ellos en cuanto al desgaste que sufren es fundamental.

## **6. JUSTIFICACIÓN**

Es necesario un aparato versátil que nos permita estudiar de diferentes formas la resistencia a la abrasión que sufren los materiales de obturación temporal o definitiva, que cumpla con los requisitos descritos en la ISO 14569 .

Hasta este momento, no existe ningún estudio que realice una comparativa entre materiales dentales de obturación temporal.

Este estudio determina la cantidad de pérdida de materia que tiene cada uno de cuatro materiales utilizados para obturación temporal en odontología, dándole al lector el conocimiento y la capacidad de discernir entre que material usar en cada situación que se le presente como manera de verificar la puesta en punto del oclusor mecánico PUMA FHBS.

## **7. OBJETIVO**

Puesta en punto de oclusor dinámico PUMA FHBS comparando el desgaste por abrasión que sufren cuatro materiales de obturación temporal usados en consulta odontológica de forma común, exponiéndolos a un roce cíclico a una temperatura y peso constante.



## **8. HIPÓTESIS**

Hipótesis de trabajo el oclisor dinámico PUMA FHBS cumplirá con los requisitos descritos en la ISO/TS 14569-2, y su adecuación, realizando el desgaste de cuatro materiales dentales de obturación temporal

Hipótesis alterna: La presencia de polvo de silicato en materiales usados para restauraciones provisionales con componentes cerámicos a base de silicatos tendrá menor desgaste que aquellos que contienen óxidos sinterizados y más aun que aquel que contiene eugenol al ser probados con el oclisor mecánico PUMA FHBS.

## 9. MATERIAL

1. Ocluser Dinámico PUMA FHBS.
2. Antagonista balas de ¼ de pulgada con una dureza de 65NH "Rwc".( información dada por el fabricante)
3. Micrómetro Mitutoyo IP 65
4. Perfilómetro Mitutoyo SJ-201.
5. Regulador Suply Net 1200.
6. Controlador de velocidad STACO ENERGY.
7. Base universal.
8. Cronómetro.
9. Strobotac 15-31AB GENERAL RADIO.
10. Usb Digital Microscope Driver.
11. Paralelizador Leytz Wetzlar Germany
12. Espátula de acero inoxidable con un área de trabajo de 5cm de largo, 7mm de ancho y 1mm de espesor.
13. Loseta de cristal de 15 centímetros de largo por 7.5 centímetros de ancho y 2 centímetros de grosor.
14. Cristales de 25mm de largo por 10 mm de ancho por 4 milímetros de espesor.
15. Vaselina.
16. Moldes de silicón por adición de cuerpo pesado.
17. Ionómero de vidrio Kavitan Cem numero de lote 1610529, fecha de caducidad diciembre del 2000.( prueba piloto)
18. Oxido de zinc y eugenol IRM dentsply lote sin número código 38012 fecha de caducidad 25 08 07, presentación polvo de 30 gr, líquido 14ml, 1 dispensador,1 instructivo, gotero.

19. Carboxilato Medental lote 99012603 caducidad 260104.( prueba piloto)
20. Cemento de Fosfato de zinc Marca Degussa Clave 060.182.1176 946401 sin número de lote ni fecha de caducidad presentación polvo con 30g, 1 dispensador , líquido 15ml dosificador ( 15 medidas x muestra).(Prueba piloto)
21. Agua desionizada 37° C.
22. Ionómero de vidrio Mirafill tipo II presentación 10mg de polvo y 15 ml.de líquido con número de lote 090503 y registro 1013C2002 SSA y con fecha de caducidad de junio del 2012.
23. Cemento de carboxilato PCA VIARDEN presentación polvo 32gr. Y líquido 15 ml. con número de lote 850407 y registro 1395C2001 S.S.A.
24. CEMENTO DE FOSFATO TIPO I/AMARILLO DIENTE VIARDEN presentación polvo de 32gr. Y líquido 15ml. Con número de lote 481103 y registro 2202C 2002 S.S.A.
25. IRM DENTSPLY CAULK presentación polvo 30 gr. Líquido 14ml. Con número de lote 0811261 y registro 86414 od. S.S.A y fecha de caducidad del 11 del 2010.

## 10. PRUEBA PILOTO

Se realizaron 2 muestras de 25 milímetros de largo por 10 milímetros de ancho por 4 milímetros de espesor de Cemento de Fosfato de zinc Marca Degussa Clave 060.182.1176 946401 sin número de lote ni fecha de caducidad presentación polvo con 30g, 1 dispensador , líquido 15ml. dosificador (figura 1) (5 medidas x muestra); fue embebida en acrílico dentro de un molde metálico de 30 milímetros de largo por 15 milímetros de ancho y 10 milímetros de espesor (figura 2).



Figura 1: Muestra obtenida del molde de silicón con 25 milímetros de largo por 10 milímetros de ancho por 4 milímetros de espesor



Figura 2: Muestra embebida en acrílico en un molde metálico

La muestra es pulida y suavizada con un pulidor metalográfico, iniciando con una lija del número 350 (3 ciclos) para retirar todas las impurezas más rústicas, se continúa con una lija número 500 (3 ciclos), después con una lija 1200 (10 ciclos), para terminar con una lija del número 2000 (5-10 ciclos) para que quede lo más terso o nítido posible.

Las muestras perfectamente pulidas son llevadas a paralelizar con un paralelizador Leytz Wetzlar Germany (figura 4) y después son llevadas al Perfilómetro Mitutoyo SJ-20 programado para realizar un recorrido 0.08 por 3, el cual nos dicta las variaciones en micras que tiene la muestra, en esta primera

prueba se realizaron 4 medidas separadas una de otra por 4 milímetros aproximadamente dándonos estos datos:

Cuadro 2: Muestra los datos obtenidos con el perfilómetro en las 4 marcas realizadas.

MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4
.3 MICRAS	60.5 MICRAS	40.2 MICRAS	7.5 MICRAS

Por medio de un stroboscopio (Strobotac 15-31AB GENERAL RADIO) (figura 3) se tomo la medida de los ciclos por minuto a los que se expondrán las muestras, serán sometidas a 340 ciclos por minuto y un peso de 4 N/mm<sup>2</sup> durante 1 hora y con un goteo de 130 gotas por minuto con agua desionizada a 37° C. La muestra fue colocada en el Ocluser Dinámico PUMA FHBS, usando una bala de ¼ de pulgada con una dureza de 65NH “Rwc” y se sometieron a la prueba predeterminada.



Figura 3:  
Estroboscopio,  
instrumento utilizado  
para tomar la medida  
de los ciclos al que se  
expuso cada muestra.



Figura 4: Paralelizador,  
instrumento usado para  
obtener un paralelismo  
perfecto horizontal de cada  
muestra.

Una vez realizada la prueba, se retira la muestra (figura 5) del Ocluser dinámico PUMA FHBS, y se vuelve a medir con el Perfilómetro Mitutoyo SJ-20 dándonos estos datos:

Cuadro 3: Muestra los datos obtenidos con el Perfilómetro después de exponer la muestra , en este caso mostrando error en cada uno de los extremos.

MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4
Error	248.7 MICRAS	170.4 MICRAS	Error

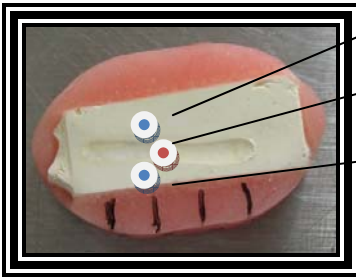


Figura 5: Prueba piloto

Como se observa, el perfilómetro marca error en la medida 1 y 4, por lo que en la siguiente prueba, se realizaron las marcas más cercanas al centro del desgaste.

El siguiente sondeo se realiza con un Micrómetro Mitutoyo IP 65 (figura 7) en tres zonas diferentes, dos de ellas donde no existió desgaste (zona 1, 2; figura 6), después se toman esas medidas y se extrae un promedio para poder observar la cantidad de desgaste que existió en la zona abrasionada.

Figura 6: Muestra las tres medidas a tomar, obteniendo un valor promedio de la zona 1 y zona 2, para restar la cantidad de la zona 3.



- Zona 1
- Zona 3
- Zona 2

Figura 7: Micrómetro, instrumento de medición cuyo funcionamiento está basado en el tornillo micrométrico y que sirve para medir las dimensiones de un objeto con alta precisión, del orden de milésimas de milímetros (0,001 mm) (micra).



Ahora se mide dentro del desgaste (zona 3) y por medio de una sustracción obtenida de la zona 3 y el promedio de la zona 1 y 2 se obtuvo la cantidad de desgaste que sufrió el cemento. Los datos obtenidos en la primer prueba realizada con este instrumento fueron los siguientes:

Cuadro 4: Resultados obtenidos en la prueba piloto de la muestra de cemento de fosfato de zinc por medio de las tres formas de medición en las 4 marcas señaladas en la muestra.

	<b>MICRAS</b>	<b>MICRAS</b>	<b>MICRAS</b>	<b>MICRAS</b>
<b>PERFILÓMETRO ANTES</b>	15.3	60.5	40.2	7.5
<b>PERFILÓMETRO DESPUÉS</b>	Error	248.7	170.4	Error
<b>TOTAL</b>	-15.3	-188.2	-130.2	7.5
<b>MICRÓMETRO ZONA 1</b>	0.561	0.546	0.587	
<b>MICRÓMETRO ZONA 2</b>	0.666	0.723	0.695	
<b>PROMEDIO</b>	0.613	0.634	0.641	
<b>MICRÓMETRO ZONA 3</b>	0.816	0.818	0.787	
<b>RESULTANTE</b>	-0.203	-0.184	-0.146	



Cuadro 5: Resultados obtenidos en la prueba piloto de la muestra de cemento de óxido de zinc y eugenol por medio de las tres formas de medición, en 5 marcas señaladas en la muestra.

	<b>1.MICRAS</b>	<b>2.MICRAS</b>	<b>3.MICRAS</b>	<b>4.MICRAS</b>	<b>5.MICRAS</b>
<b>PERFILÓMETRO ANTES</b>	3.53	1.90	2.57	2.29	3.05
<b>PERFILÓMETRO DESPUÉS</b>	3.70	4.62	3.29	4.16	3.81
<b>TOTAL</b>	-0.17	-2.72	0.72	-1.87	-0.76
<b>MICRÓMETRO ZONA 1</b>	1.946	1.930	1.914	1.833	1.885
<b>MICRÓMETRO ZONA 2</b>	1.978	1.962	1.945	1.919	1.896
<b>PROMEDIO</b>	1.962	1.946	1.929	1.876	1.890
<b>MICRÓMETRO ZONA 3</b>	1.860	1.858	1.833	1.821	1.858
<b>RESULTANTE</b>	-0.102	-0.088	-0.096	-0.055	-0.033

## **RESULTADOS PUESTA EN PUNTO.**

## 11. CARACTERÍSTICAS

El ocluser mecánico PUMA FHBS, es un aparato que tiene la capacidad de exponer cualquier material a una prueba de desgaste, el cual puede ser ajustado para realizar diferentes ciclos con diferente temperatura y peso ajustable teniendo todos los datos específicos de la guía de examen de desgaste aplicada en la norma ISO/TS 14569.

Tiene un recipiente en el cual puede colocarse casi cualquier tipo de líquido, (saliva, agua desionizada, agua ionizada, etcétera) incluso este líquido puede ser combinado con cualquier abrasivo en polvo fino.

Cuenta con un calefactor de líquidos que puede mantener la temperatura de éste entre 22°C y 55°C.

Posee un bomba de agua con la que se puede controlar el goteo desde 50 gotas por minuto hasta un fluido acuoso constante, solo o con abrasivo en polvo.

El ocluser mecánico PUMA FHBS, cuenta con una punta antagonista intercambiable, la cual, nos permite colocar cualquier material como antagonista directo del material a estudiar, así como también, nos permite variar el peso de carga, desde 2 N/mm<sup>2</sup> hasta 15 N/mm<sup>2</sup>.

El motor que determina el movimiento de deslizamiento, puede variar las revoluciones, modificando el tiempo y cantidad de ciclos ejecutados en la prueba.

## 12. MÉTODOS COMPARATIVOS COMPROBATORIOS

Se realizaron 20 muestras siguiendo las indicaciones del fabricante, 5 muestras de ionómero de vidrio (figura 8), 5 muestras de óxido de zinc y eugenol (figura 9), 5 muestras de cemento de fosfato (figura 10) y 5 muestras de cemento de poliacarboxilato (figura 11) a una temperatura controlada de 21 °C y una humedad de 55±5% r.H. con una espátula HU-FRIEDY CS24 y una loseta de cristal de 15 centímetros de largo por 7.5 centímetros de ancho por 2 centímetros de grosor (figura 12). El tamaño de las muestras son delimitadas con un molde de silicona pesada marca ULTRASIL dándonos un positivo de 25 milímetros de largo por 10 milímetros de ancho por 4 milímetros de espesor (figura 13), realizando 5 objetos de estudio por cada uno de los 4 cementos mencionados antes en esta investigación.

Figura 8: Cemento de obturación temporal de Ionómero de Vidrio marca Mirafill.



Figura 9: Cemento de obturación temporal de Óxido de Zinc y eugenol IRM marca Dentsply.

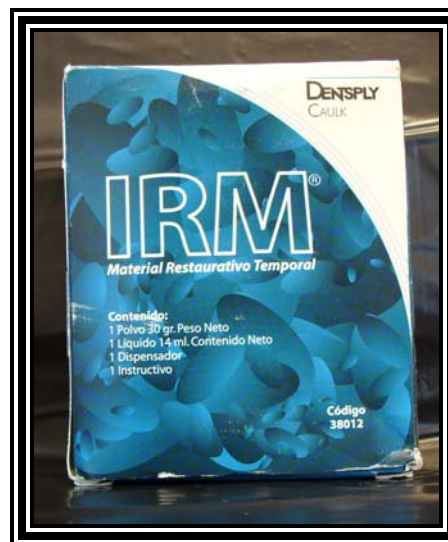


Figura 10: Cemento de obturación temporal de fosfato marca Viarden.



Figura 11: Cemento de obturación temporal de cemento de Policarboxilato PCA marca Viarden.

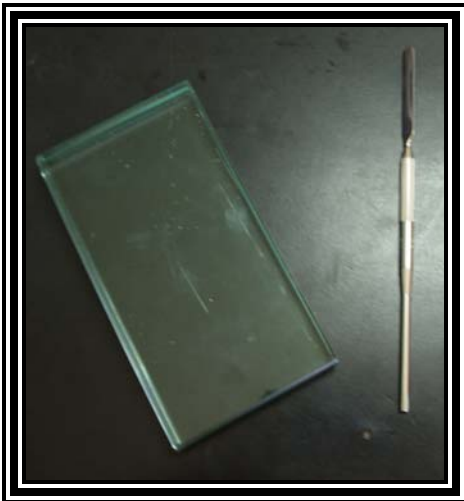
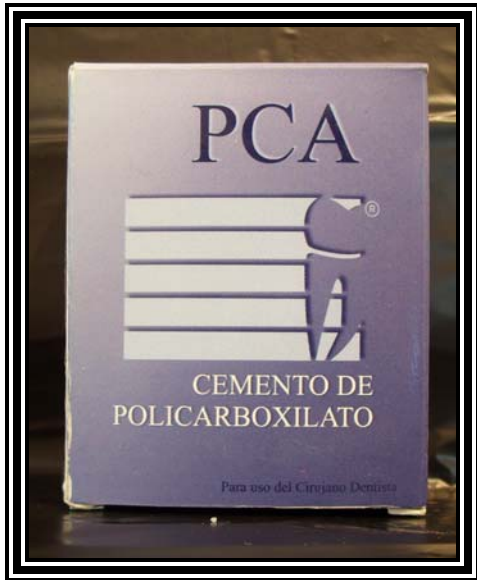


Figura 12: Espátula HU-FRIEDY CS24 y una loseta de cristal de 15 centímetros de largo por 7.5 centímetros de ancho por 2 centímetros de grosor.



Figura 13: muestra delimitada con un molde de silicona pesada marca ULTRASIL dándonos un positivo de 25 milímetros de largo por 10 milímetros de ancho por 4 milímetros de espesor.

Una vez terminadas las muestras de estudio, se colocaron en un molde de forma ovalada metálica para después embeberlos en polimetilmetacrilato marca Quarz y un monómero marca Nic Tone autocurable obteniendo una capsula ovalada de 30 milímetros de largo por 15 milímetros de ancho y 10 milímetros de espesor para poder colocar la muestra en el oclusor dinámico PUMA FHBS.

Una vez embebidos en el acrílico se guardaron por un período de 24 horas  $\pm 2$  a una temperatura de 22°C y con 55%  $\pm 5\%$  r.H. para evitar que la muestra este en contacto con agua y agentes ionizantes.

Con la pulidora metalográfica (figura 14) se realizó el pulido y suavizado de las muestras, iniciando con una lija del número 150 (3 ciclos) para retirar las impurezas mas rústicas y después pasar a la lija 350 (3 ciclos), se continúa con una lija número 600 (10 ciclos), después con una lija 1200 (20 ciclos), para terminar con una lija del número 2000 (20 ciclos) para que quede lo mas terso o nítido posible.



Figura 14: Pulidora metalográfica donde se prepara la superficie de las muestras realizando un pulido por desgaste con papel de lija de diferente tamaño de grano y de forma uniforme.

La primera medición de estos objetos de estudio se ejecutó con un Perfilometro Mitutoyo SJ-201 (figura 15) el cual registra la rugosidad de la superficie en una zona específica, por lo que se efectuaron 5 marcas separadas

por 3 milímetros entre una marca y otra, estas señales son usadas para la obtención de medidas.



Figura 15: Perfilómetro, instrumento que ofrece la posibilidad de calcular la rugosidad superficial de cualquier material.

Después se colocaron en el oclisor dinámico PUMA FHBS (figura 16) sometiéndose a 20,000 ciclos con un peso de  $4 \text{ N/mm}^2$  y con un goteo constante de agua desionizada de 130 gotas por minuto a  $37^\circ\text{C}$ .



Figura 16: Oclisor Mecánico PUMA FHBS, instrumento que nos permite someter a diferentes materiales a ciclos, temperatura, y peso controlados.

Se retiraron las muestras del oclisor mecánico PUMA FHBS y se procedió a medir con el Perfilometro Mitutoyo SJ-201 para comparar los resultados tomados antes de la prueba.

Con el Micrometro Mitutoyo IP 65 se tomó la medida en tres zonas diferentes, dos de ellas (zona 1,2; figura 6), nos aportaron un porcentaje de la superficie a medir, y la tercera nos concede la pérdida de estructura atómica del material estudiado.

La siguiente medida se extrajo determinando la profundidad de huella la cual indica la cantidad de penetración que obtuvo la bala en el cuerpo de la muestra, esto se realizó por medio de fotografías realizadas con el usb digital microscope driver (figura 17) para después poder extraer la medida exacta de penetración midiendo la longitud que existe entre ambos lados del desgaste (C) (figura 18) para poder obtener la altura central del desgaste (h) por medio del software Adobe Illustrator CS2 con la siguiente fórmula:

$$h = -b \pm \sqrt{b^2 - 4ac} / 2a$$

donde h= Altura

b= Diámetro de bala

a= Constante de calibración

C= Vértice cortante

Por este medio se obtuvo una medida teórica de la cantidad de pérdida de material de cada muestra (figura 19).



Figura 17: Nos muestra un microscopio que nos permite tomar fotografías de 20 - 200 X.

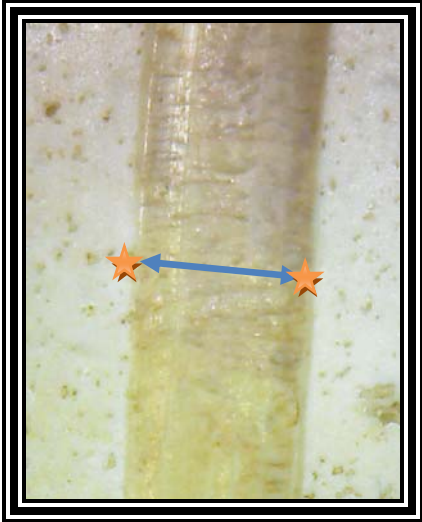


Figura 18: Fotografía realizada con el microscopio *usb digital microscope drive*, mostrando la longitud que existe entre ambos lados del desgaste.

★ Longitud C; vértice Cortante

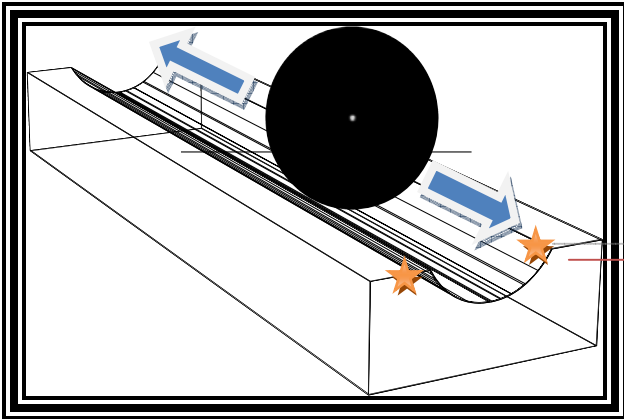
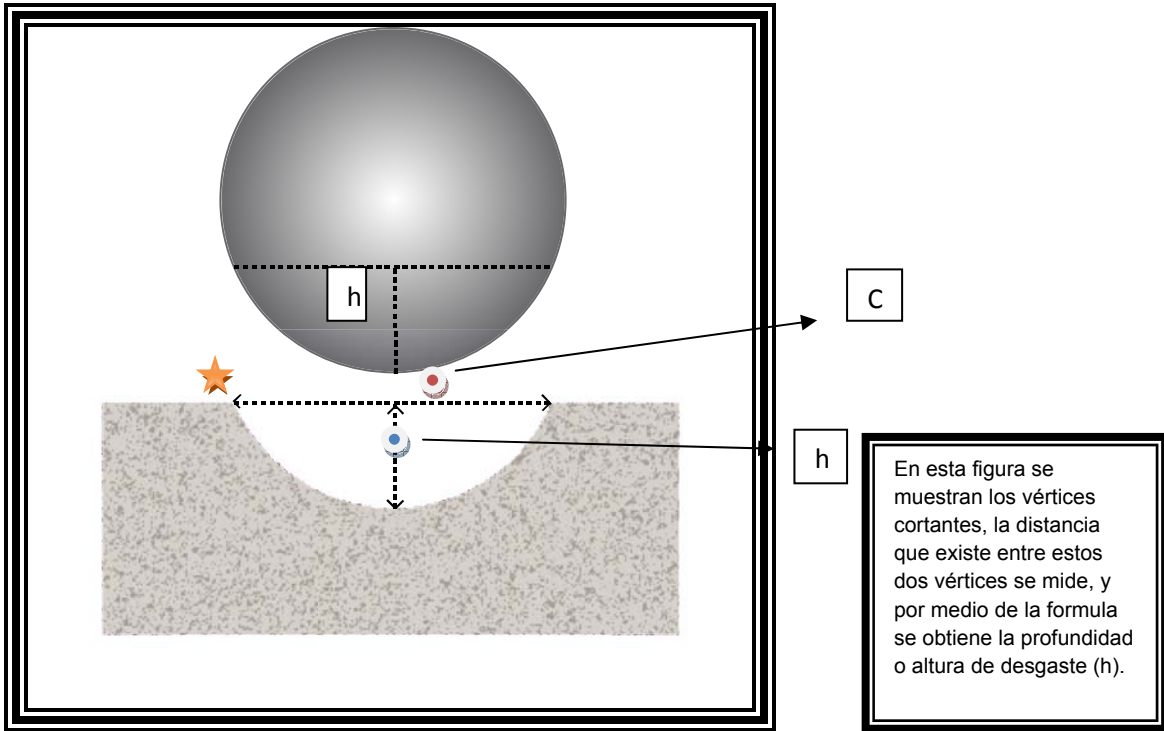


Figura 19: El deslizamiento de la bala durante los ciclos establecidos deja una huella , la cual puede ser calculada midiendo la distancia que existe entre sus dos vértices cortantes.

Vértice cortante





Para el registro de datos, se realizó un análisis estadístico y comparación entre métodos de registro de resultados se procedio de la siguiente manera:

### **Análisis estadístico**

A las cinco mediciones realizadas a cada muestra con cada método de medición se obtuvo la media aritmética. De tal forma que se cuenta con 60 valores de desgaste promedio resultante de las combinaciones de los 4 materiales con los tres métodos aplicados en cinco muestras.

A este conjunto de datos se les aplicó un análisis gráfico y las medidas descriptivas de media, desviación estándar, valores mínimo y máximo.

De estos datos se plantean tres hipótesis estadísticas mismas que a continuación se mencionan:

1. ¿Son iguales las medias de desgaste de los cuatro materiales en estudio?
2. ¿Son iguales las medias de desgaste medidas por los tres instrumentos?
3. ¿Existe un efecto de interacción entre los materiales y los instrumentos?

Para contestar estas preguntas de investigación se analizaron los datos de acuerdo a un experimento con estructura factorial en los materiales y en los tres métodos de medición en un diseño experimental completamente aleatorizado con cinco repeticiones. (14)

Para el procesamiento de los resultados, gráficas y análisis estadístico se utilizó Microsoft Office Excel 2007.

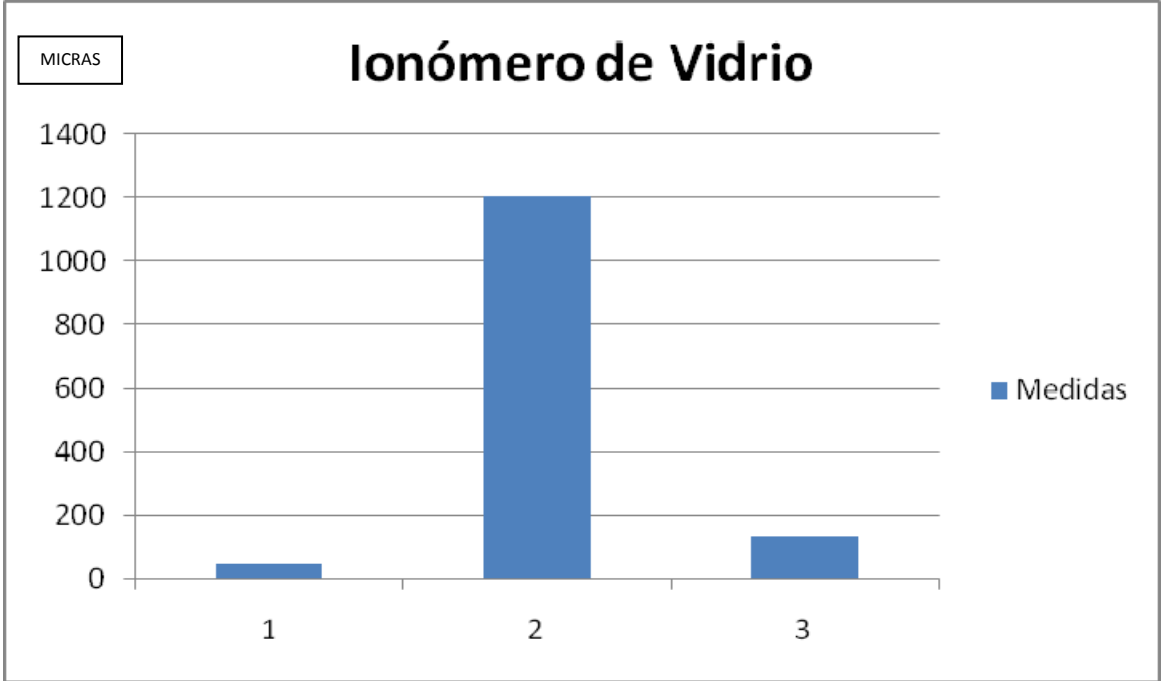
### **13. RESULTADOS DEL DESGASTE**

Para explicar a detalle cuál fue la cantidad de desgaste obtenido de cada cemento, se realizaron varias gráficas estadísticas, dándole un nombre a cada uno de los cementos y un nombre a cada una de las 3 formas de medición, donde el ionómetro de vidrio se le identificó con A1, el óxido de zinc y eugenol es A2, el

cemento de fosfato es A3 y por último el A4 para el cemento de carboxilato, así mismo, la forma de medir con el micrómetro se identificó con el número (1), el perfilómetro con el número (2) y el número (3) para la medida teórica.

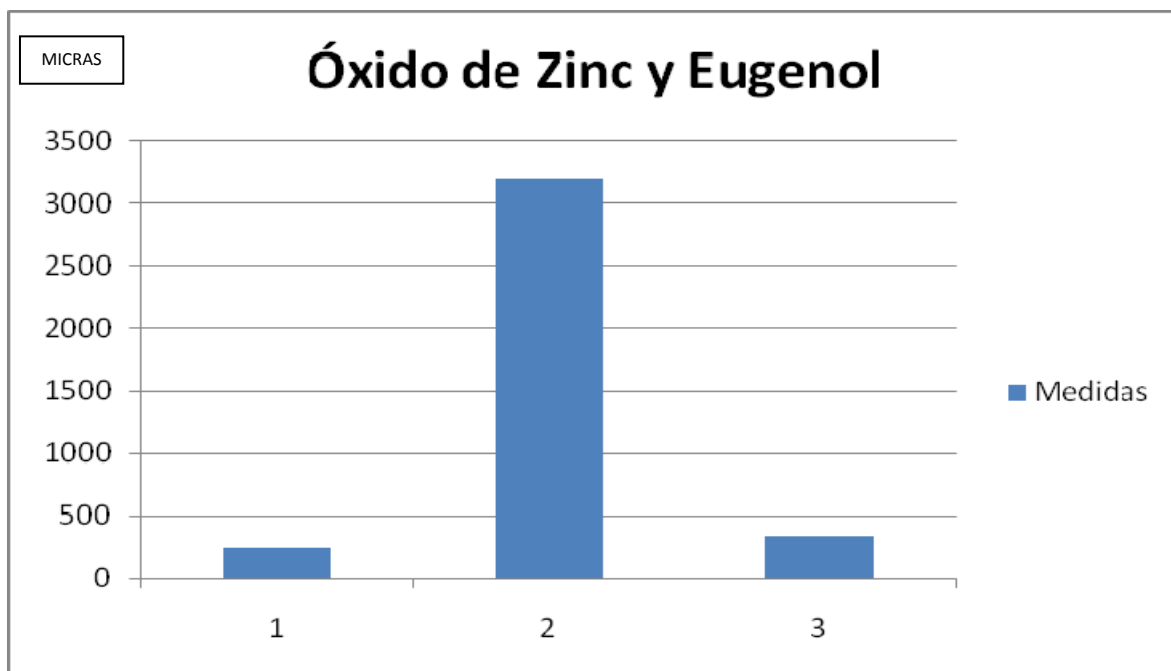
En la siguiente gráfica se muestra la cantidad de desgaste que mostró el ionómero de vidrio (A1) con los tres métodos de medición; en la medida obtenida con el micrómetro (1) se obtuvo un desgaste promedio de 51 micras, en el caso de la forma de medición (2), el resultado fue muy diferente dándonos un promedio de 1 204 micras de materia faltante, y por último, al medir de forma teórica (3), el resultado fue muy parecido gráficamente al promedio (1), resultando un promedio de 136 micras de perdida (Gráfica 1).

Gráfica 1, mostrando la cantidad de desgaste promedio que sufrió el cemento de ionómero de vidrio en sus tres formas de medición.



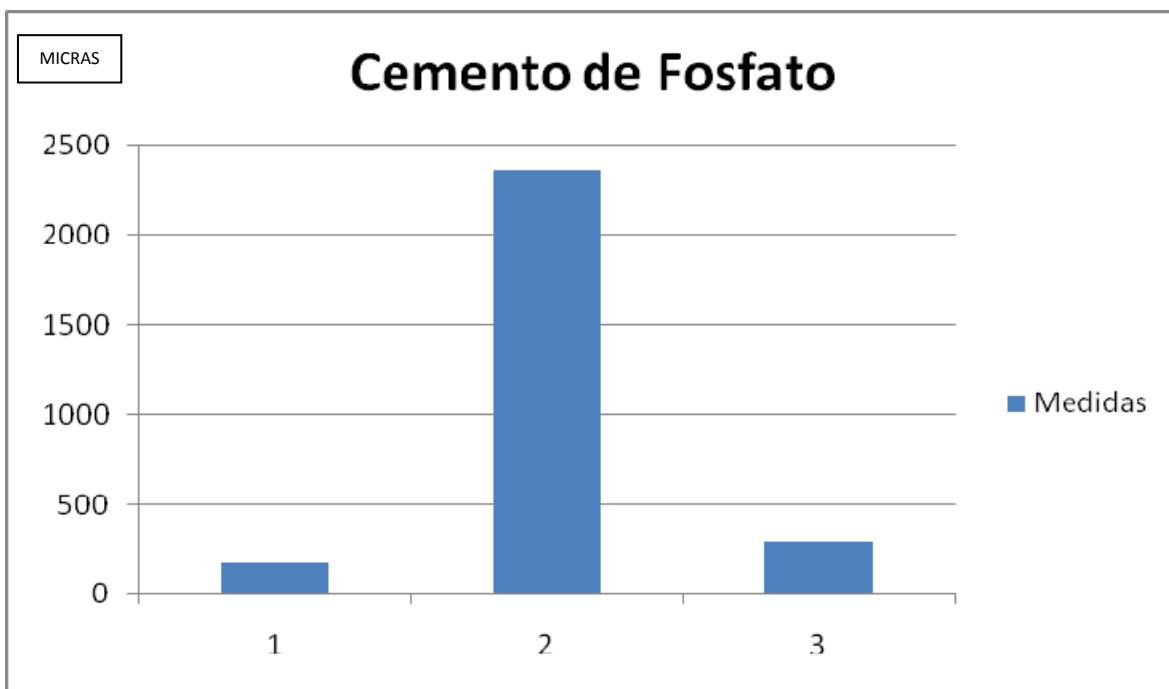
En la siguiente gráfica, encontramos el desgaste que sufrió el óxido de zinc y eugenol (A2) donde se empezó a tener dificultades con la forma de medición (2), ya que este instrumento registra error una vez que registra más de 3 170 micras de desgaste, así que se decidió colocar en cada valor registrado con error un valor arbitrario de 3 200 micras de pérdida exponiendo los siguientes resultados (Gráfica 2). Con la forma de medición (1), el resultado de desgaste por abrasión fue de 247 micras, en la forma de medida (2), teniendo en cuenta lo mencionado antes, dio un desgaste promedio de 3 200 micras y en la forma (3), el resultado fue de 331 micras de pérdida de material.

Gráfica 2, mostrando la cantidad de desgaste promedio que sufrió el cemento de Oxido de Zinc y Eugenol en sus tres formas de medición.



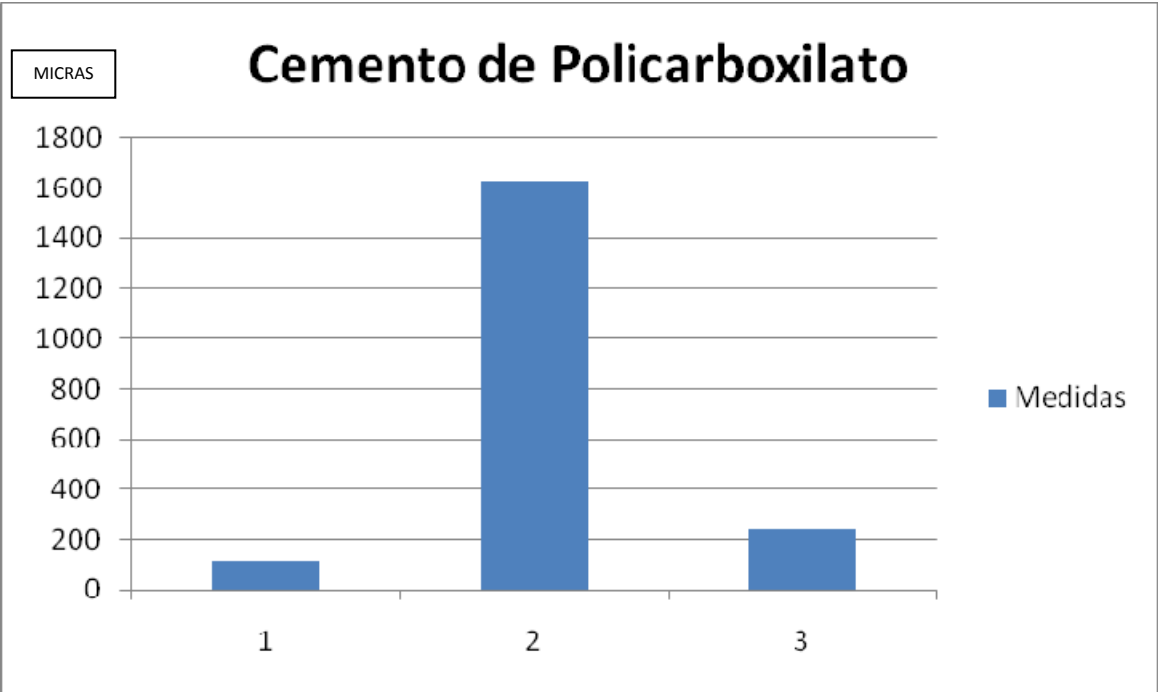
Así mismo, en la siguiente gráfica, obtenemos los detalles de desgaste del cemento de fosfato (A3), donde se obtiene en la medida (1) un promedio de desgaste de 173 micras, en la medida (2) 2 364 micras de pérdida de materia teniendo el mismo problema que en la muestra anterior, los lugares con error se le colocó la medida arbitraria ya mencionada y en la forma de medida (3) se obtuvo un promedio de 294 micras de pérdida (Gráfica 3).

Gráfica 3, mostrando la cantidad de desgaste promedio que sufrió el cemento de Fosfato en sus tres formas de medición.



Ahora se muestran los valores del último cemento que investigamos, el cemento de carboxilato (A4), donde el primer valor registrado con (1) es de 111 micras de pérdida de materia, en la (2) un desgaste de 1 626 micras, y en la (3) un desgaste registrado de 238 micras (Gráfica 4).

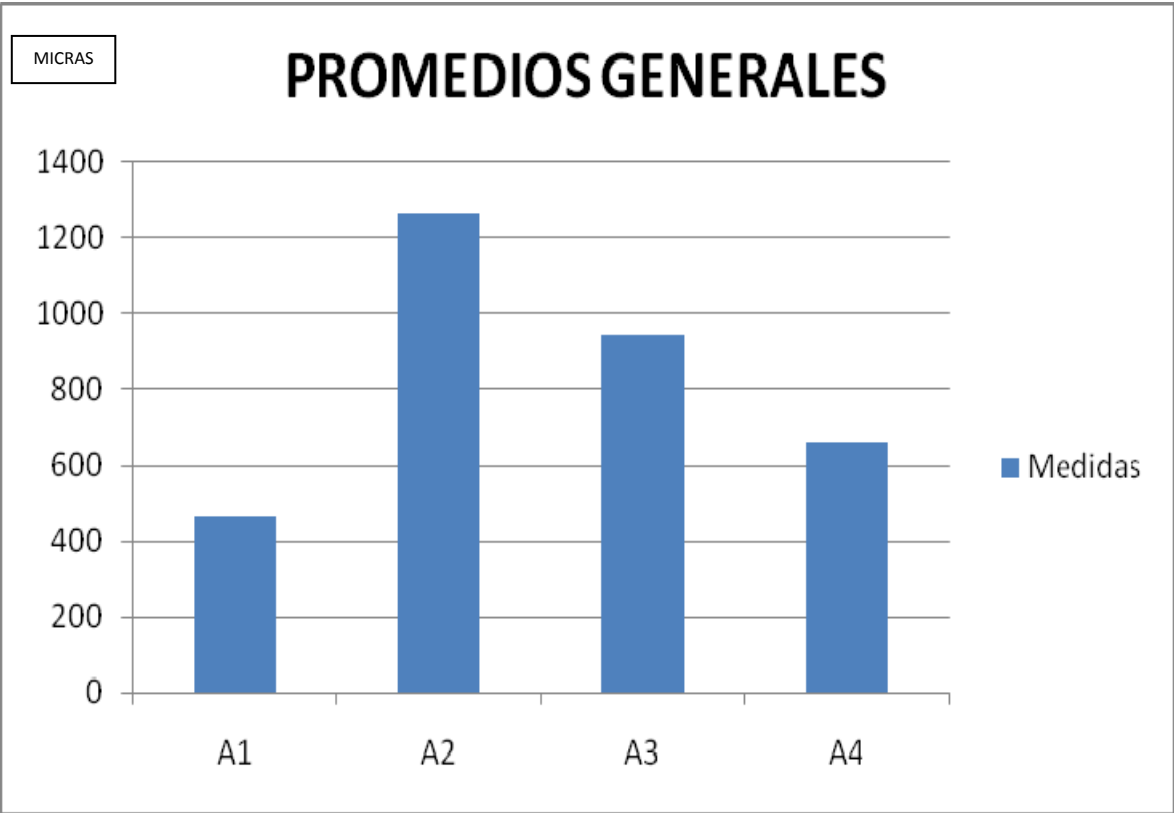
Gráfica 4, mostrando la cantidad de desgaste promedio que sufrió el cemento de Carboxilato en sus tres formas de medición.



Al realizar la comparación de los promedios de desgaste de los cuatro cementos dentales se obtuvieron datos contundentes donde (A1) aportó un desgaste promedio de 464 micras, registrando el promedio más bajo de los cuatro materiales investigados, (A2) registró una pérdida de materia promedio de 1 259

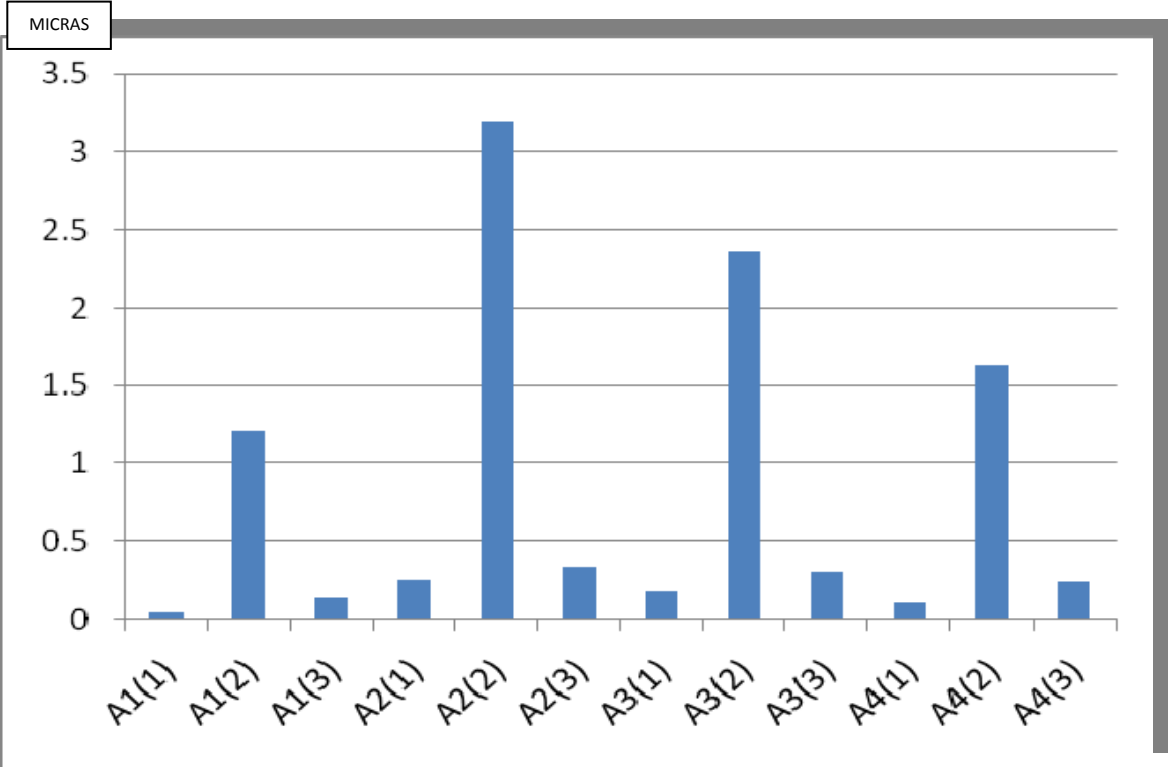
micras que como se puede observar, es el material que tuvo mayor valor de desgaste, (A3) registro un desgaste de 943 micras, siendo este material el que tuvo el segundo valor promedio más alto de desgaste y por último (A4) con un desgaste de 658 micras promedio registrando el segundo valor más bajo (Gráfica 5).

Gráfica 5. Esta gráfica muestra la comparativa promedio de desgaste que registraron los cuatro cementos estudiados(A1,A2,A3,A4).



Al observar en conjunto los resultados de desgaste de los cuatro materiales en estudio y los tres metodos de medición del desgaste, en la siguiente gráfica podemos percibir la diferencia registrada entre los diferentes materiales de obturación temporal y la congruencia que existe entre todas las formas de medición (Gráfica 6).

Grafica 6, Esta gráfica muestra la diferencia de desgaste que existió entre ellos con las diferentes formas de medición.



En esta estadística descriptiva del desgaste de los cuatro materiales de estudio, se distingue la realización de 15 muestras de cada material teniendo un total de 60 muestras medidas, teniendo una medida media de entre 464 micras y 1259 micras, así como una promedio total de entre 464 micras y 1259 micras, registrando una desviación estándar entre 162 micras y 186 micras de desgaste,

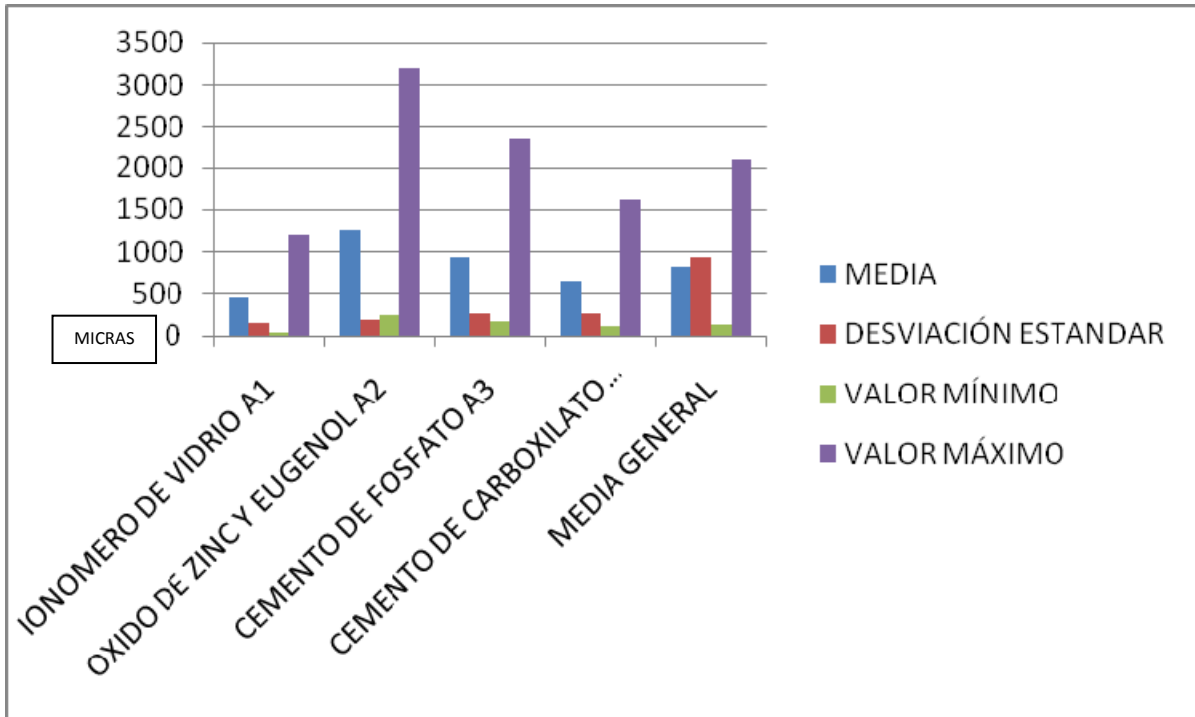


como podemos ver, se identifica un valor mínimo de 51 y un máximo de 2364, en todos los casos, el ionómero de vidrio fue el cemento que registro valores más bajos y el cemento de óxido de zinc y eugenol es el que contiene los valores más altos de desgaste (Gráfica 7).

Cuadro 6: Estadísticas descriptivas de las muestras realizadas: número de muestras, media, desviación estándar, valor mínimo, valor máximo

<b>MATERIAL</b>	<b>MUES TRAS</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	<b>VALOR MÍNIMO</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
<b>IONÓMERO DE VIDRIO A1</b>	15	464	162	51	1204
<b>ÓXIDO DE ZINC Y EUGENOL A2</b>	15	1259	186	247	3200
<b>CEMENTO DE FOSFATO A3</b>	15	943	279	173	2364
<b>CEMENTO DE CARBOXILATO A4</b>	15	658	264	111	1626
<b>MEDIA GENERAL</b>	60	831	938	146	2098

Gráfica 7, mostrando la gráfica correspondiente al cuadro 5, haciendo referencia a la medida media, desviación estándar, valor mínimo y valor máximo de cada material



El análisis de la varianza para los cuatro materiales y tres métodos de estudio con cinco repeticiones muestra que existe diferencia altamente significativa entre los materiales, entre los tres métodos de medición utilizados y existe un efecto de interacción entre materiales y métodos, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Cuadro 7, análisis de la varianza para los cuatro materiales y los tres métodos de medición.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grado de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Fc</b>	<b>Prob&gt;F</b>
<b>Materiales</b>	3	5.4135	1.8045	14.267407	<.0001
<b>Método de medición</b>	2	48.2997	24.14985	190.9425	<.0001
<b>Materiales X Métodos</b>	6	6.334	1.055666667	8.3467031	<.0001
<b>Error</b>	48	6.0709	0.126477083		
<b>Total</b>	59	66.1181			

## 14. DISCUSIÓN

El ocluser dinámico PUMA FHBS demostró poder realizar pruebas de abrasión con cualquier material de obturación, ya que tiene la posibilidad de variar diferentes tipos de antagonista, diferente tipo de medio, también puede colocarse cualquier polvo, así como diferente temperatura con un rango de 22 ° C hasta 55 ° C, también se puede variar el peso desde 2 N/mm<sup>2</sup> hasta 15 N/mm<sup>2</sup> y ciclos indeterminados. Por lo que cumple con todo lo necesario estipulado en la norma ISO/TS 14569.

Los resultados de esta investigación in vitro utilizando el ocluser dinámico PUMA FHBS nos brindó datos importantes en cuanto a la resistencia a la abrasión que tiene cada uno de los cementos de obturación temporal usados en mayor medida por el cirujano dentista, los cuales apoyan su uso siempre que sean manipulados de forma correcta; y se tenga el conocimiento de las propiedades y características de cada uno de ellos.

En esta investigación, varios métodos distintos permitieron valorar la resistencia mecánica a la abrasión de estos cementos temporales, así mismo la capacidad que tiene cada material de soportar la carga masticatoria de cada paciente.

Los materiales más blandos como el Óxido de Zinc y Eugenol o el cemento de Fosfato sufrieron escurrimiento dejando residuos de material en las orillas del desgaste, por lo que se decidió tomar las medidas más al centro de este, por lo que es recomendable ocupar menos peso en estos materiales.

En los materiales más duros como el Ionómero de Vidrio se observaron fracturas transversales al realizarse la prueba, demostrando, también su fragilidad.

Como se puede observar en esta investigación, los cuatro cementos de obturación temporal investigados, expusieron datos positivos para la colocación de estos como cementos temporales, sin embargo, el ionómero de vidrio fue el cemento que obtuvo los resultados más convincentes.

Los promedios de desgaste obtenidos en nuestra investigación, son resultados similares a los obtenidos por el doctor Behr, en su trabajo publicado en el año 2008 , para los cementos de carboxilato y ionomero de vidrio(15)

Para poder observar si la resistencia a la abrasión obtenida de cada material, era congruente a su dureza, se realizo una medición piloto de dureza en cada uno de los materiales (datos no reportados) resultando que el material más duro también fue, ionomero de vidrio, que tuvo mayor resistencia a la abrasión, de igual manera, resulto ser el más frágil al presentar microfracturas durante los ciclos de desgaste, por lo que da lugar a mayor cantidad de investigaciones sobre este tema, así mismo es necesario realizar pruebas con materiales duros, como resinas, aleaciones, cerámicos para poder comprobar su veracidad realizando las mediciones por medio del perfilómetro y por pérdida de masa según la ISO/TS 14569.

Se propone realizar comparaciones de diferentes marcas del mismo cemento, realizar estudios de dureza en cada muestra y reportar estadísticamente, realizar más pruebas de abrasión a diferente temperatura, con diferente antagonista, a tres cuerpos, así como con diferente peso.

## 15. CONCLUSIONES

Se constato que el oclisor mecánico PUMA FHBS es un aparato para pruebas de abrasión que cumple con las normas técnicas de la ISO/TS 14569,

En el método de la prueba DIN dándole varias ventajas al investigador, sobre todo su versatilidad, ya que se puede cambiar el tipo de antagonista con cualquier material, también se puede modificar el medio siendo posible casi cualquier líquido, además de que puede ser combinado este líquido con cualquier material en polvo.

Los resultados indican que el ionómero de vidrio fue el cemento temporal que sufrió menor cantidad de pérdida de materia al ser expuesto a la prueba de abrasión con el oclisor mecánico PUMA FHBS, siguiéndolo el cemento carboxilato, después el cemento de fosfato de zinc y al final el óxido de zinc y eugenol.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ralph W. Philips, La Ciencia de los Materiales Dentales de Skinner, 7ª Ed. Editorial interamericana , 1976, México.
2. Mohd. Zainal Abidin Mohd, Ramalah Abdul Aziz, Wear of materials used in dentistry: A review of the literature, The Journal of Prosthetic Dentistry 1990;63: 342-9.
3. Technical Specification ISO/TS 14569-2, Dental Materials-Guidance on testing of wear- Part 2: Wear by two-and/or Three body contact.
4. Ring E., Historia ilustrada de la odontología, editorial Doyma, 1985, Barcelona.
5. Martha Victoria Díaz de Kuri, El nacimiento de una profesión: La Odontología en el siglo XIX en México, editorial Fondo de Cultura Económica, 1994, México.
6. Macchi RL., Materiales dentales, 3ª Ed., editorial Panamericana, 2000, Buenos Aires.
7. James W., White,M.D., The Phosphates and Oxides, The Dental Cosmos,1883;25:316-319.
8. James W., White,M.D., Dental Pathology and Therapeutics, The Dental Cosmos, 1874;16:169-173.
9. George C. Paffenbarger,Irl C. Schoonover, Dental Silicate Cements: Physical and Chemical Properties and a Specification, The Journal of the American Dental Association, 1938; 25:32-87.
10. Davidson C. Mjor A. Advances in Glass - Ionomer Cements,editorial, Quintessence Publishing Co., Inc.,1988, Chicago.
11. Tolga A., Ahmet O.,Hakan U.Effect of food-simulating liquids on the mechanical properties of provisional restorative materials 2006;22: 1130-1134.

12. Federico Humberto Barceló Santana, Jorge Mario Palma Calero, *Materiales Dentales Conocimientos Básicos Aplicados*, 3ª Ed, editorial Trillas, 2008, México.
13. Cornelis J. Kleverlaan, Raimond N.B., Van Duiner, Albert J. Feilzer, Mechanical properties of glass ionómero cements affected by curing methods, *Dental Materials* 2004;20:45-50.
14. Kuehl R.O., *Diseño de experimentos, Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones*, Ed. 2ª, Editorial Thomson Learning, 2001, México.
15. Michael Behr, M. Rosentritt, H. Loher, C. Kolbeck, C. Trempler, B. Stemplinger, V. Kopzon, G. Handel, Changes of cement properties caused by mixing errors: The therapeutic range of different cement types, *Dental Materials* 2008;24:1187-1193.