

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



“RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DE DOS CEMENTOS DE  
IONÓMERO DE VIDRIO AUTOPOLIMERIZABLES IONOFIL MOLAR Y KETAC™  
MOLAR EASYMIX, UCSM AREQUIPA 2014”

Borrador de tesis presentado por:

NÚÑEZ FERNÁNDEZ, Randy Jhesua

Para optar el título profesional de Cirujano Dentista

AREQUIPA – PERU  
2014

## DEDICATORIA

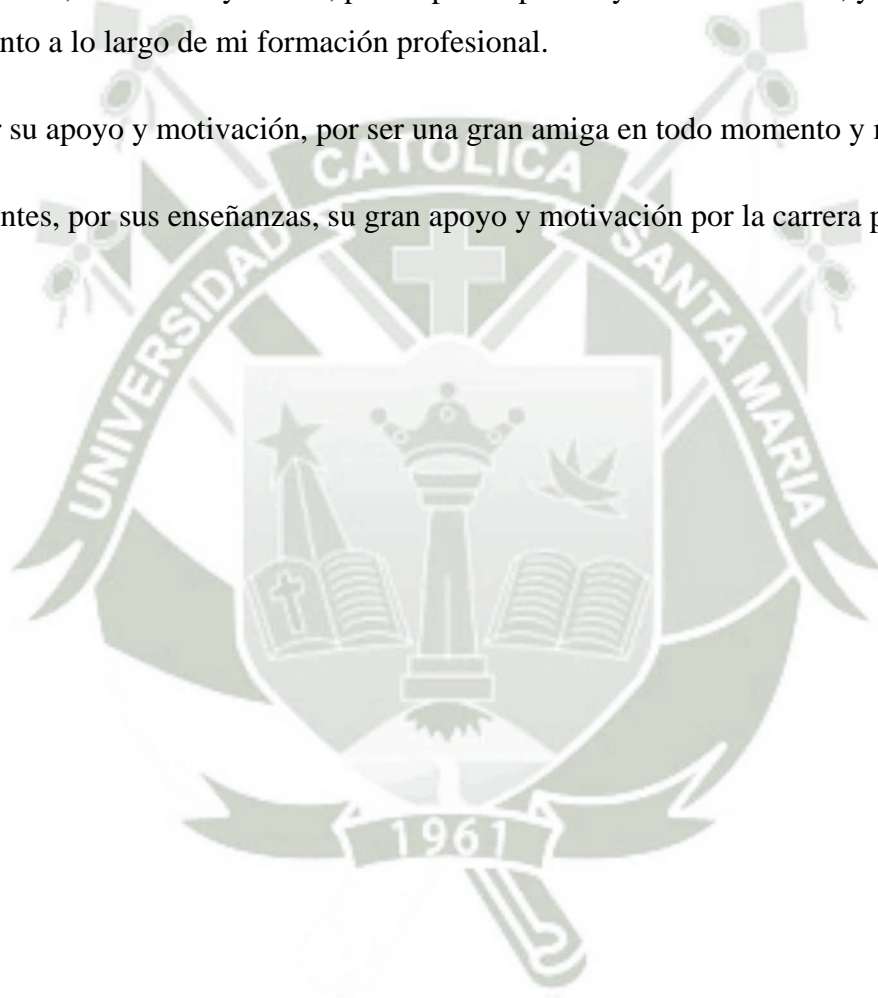
A Dios, por darme la fuerza y la fortaleza cuando más lo necesito

A mis padres, Víctor y Verónica por su apoyo incondicional, al estímulo que siempre me dan para seguir adelante, y a su amor y confianza que me ayudan a seguir perseverante durante mi formación profesional.

A mis hermanos, Christiam y Renzo, por su preocupación y confianza en mí, y su apoyo en todo momento a lo largo de mi formación profesional.

A Jana, por su apoyo y motivación, por ser una gran amiga en todo momento y más.

A mis docentes, por sus enseñanzas, su gran apoyo y motivación por la carrera profesional.



## EPIGRAFE

"Estudia las frases que parecen ciertas y ponlas en duda."

*Riesman, David*



## AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Víctor Núñez Chávez, por su asesoría, y sus consejos en la realización de este trabajo de investigación

A los Doctores miembros del jurado evaluador del Proyecto de Tesis, y de la Tesis, por sus correcciones y consejos para mejorar este trabajo de investigación.



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar la resistencia mecánica a la compresión de dos cementos de ionómero de vidrio autopolimerizables: Ketac Molar Easymix y Ionofil Molar, con el fin de demostrar cuál de estos es más resistente a dicha propiedad.

Las unidades de estudio se subdividieron en dos grupos: uno de 17 probetas (Ketac Molar Easymix) y el otro de 17 probetas (Ionofil Molar).

Las muestras de cada material fueron sometidas a resistencia a la compresión después de 24 horas de haber realizado la mezcla de polvo y líquido de cada ionómero según indica el fabricante. Tiempo en el cual tendría su ciclo de fraguado completo según los fabricantes y diversos autores.

Se utilizó para este procedimiento la maquina universal de ensayos.

En la fase experimental los datos fueron obtenidos por medio de un sistema computarizado conectado a la Maquina Universal de Ensayos, obteniéndose así la resistencia a la compresión en Kilo Newton (KN)/ carga sometida, y luego transformados a Mega pascales (MPa).

Los resultados obtenidos demostraron que:

El ionómero de vidrio de restauración autopolimerizable KETAC MOLAR EASYMIX tiene mayor resistencia mecánica a la compresión ya que obtuvo un promedio de 41.11 MPa y con el ionómero de vidrio de restauración autopolimerizable IONOFIL MOLAR el promedio fue menor con 30.7835 MPa. Por lo que se obtuvo 1.3265 MPa más en la resistencia mecánica a la compresión con KETAC MOLAR EASYMIX.

Este resultado se muestra cuando se realiza la categorización, ya que con KETAC MOLAR EASYMIX el 100% tiene muy buena resistencia mecánica a la compresión, pero no con IONOFIL MOLAR con el cual se obtiene 75% de buena resistencia mecánica a la compresión.

Palabras Clave: Ionómero de vidrio de restauración autopolimerizable. Ketac Molar Easymix. Ionofil Molar. Resistencia Mecánica a la compresión.



## ABSTRACT

The present research work aimed to compare the mechanical resistance to compression of two self-curing glass ionomer cements: Ketac Molar Easymix and Ionofil Molar, in order to demonstrate which of these is more resistant to such property.

Study units were subdivided into two groups: one of 17 specimens (Ketac Molar Easymix) and the other 17 specimens (Ionofil Molar).

Samples of each material were subjected to compressive strength after 24 hours of having made the mixture of powder and liquid each ionomer according to the manufacturer. Full time which would have its curing cycle according to the manufacturer and various authors.

It was used for this procedure the universal testing machine.

The experimental data were obtained by means of a computer system connected to the Universal machine of trials, resulting in resistance to compression at Kilo Newton (KN) / load tested, and then transformed to Mega Pascals (MPa).

The results showed that:

KETAC MOLAR EASYMIX self-curing restoration glass ionomer has higher mechanical compression resistance as he earned an average of 41.11 MPa and with restoration glass ionomer self-curing IONOFIL MOLAR average was lower with 30.7835 MPa. By what was obtained 1.3265 MPa more in the mechanical resistance to compression with KETAC MOLAR EASYMIX.

This result is displayed when re makes the categorization, since with KETAC MOLAR EASYMIX 100% has very good mechanical resistance to compression, but not with IONOFIL MOLAR which gets 75% good mechanical resistance to compression.

Key words: Restoration self-curing glass ionomer. Ketac Molar Easymix. Ionofil Molar. Mechanical resistance to compression.

## INTRODUCCIÓN

Los cementos de ionómero de vidrio son materiales muy versátiles desde su aparición han ido adquiriendo un protagonismo cada vez mayor en la Odontología, ya que permite efectuar tratamientos más conservadores.

Existe actualmente un gran interés sujeto a continuas revisiones, modificaciones e innovaciones y gracias a varias de sus características, tiene gran aceptación clínica. Por otra parte tiene una serie de desventajas como sus propiedades estéticas, dificultad de pulido, su delicado equilibrio hídrico y sus bajos valores de resistencia, especialmente a la compresión, lo que lo limita a ser usado en superficies expuestas a altas fuerzas oclusales.

Seguramente debido a ello han experimentado importantes y rápidos avances y cambios de manera que podemos encontrar que al ser modificados mediante la acción de resinas, los cementos de ionómero de vidrio híbrido o también llamados ionómeros modificados con resina, han conservado las características de los ionómeros de vidrio convencionales como adhesión, liberación de flúor y biocompatibilidad y han aumentado sus propiedades físicas como la resistencia mecánica a la compresión, propiedades estéticas, así como el mayor tiempo de manipulación que es una ventaja para el operador.

## INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b>	<b>2</b>
<b>EPIGRAFE</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>4</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>PLANTEAMIENTO TEÓRICO</b>	<b>10</b>
<b>PLANTEAMIENTO OPERACIONAL</b>	<b>48</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>56</b>
<b>DISCUSION</b>	<b>62</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>63</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>64</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>65</b>
<b>HEMEROGRAFIA</b>	<b>66</b>
<b>INFORMATOGRAFIA</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>68</b>

## PLANTEAMIENTO TEÓRICO

### 1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1.- Determinación del problema.

A lo largo de los años y la experiencia de trabajo en clínica, se observó cómo las obturaciones con materiales de restauración como los ionómeros, que son utilizados en las restauraciones clase II, III y V, y en restauraciones de piezas deciduas van requiriendo una mayor resistencia al desgaste fisiológico al que están expuestos, para asegurar que el tiempo de vida de estas restauraciones sea el óptimo esperado, teniendo en cuenta que los ionómeros son de uso frecuente para este tipo de restauraciones.

La ciencia y la tecnología cada vez con más frecuencia ponen nuevos materiales al alcance de la Odontología que ofrecen mejores propiedades que redundaran en una mejor restauración. Así surge el interés de comparar la resistencia mecánica a la compresión de dos ionómeros de vidrio Ketac Molar Easy Mix y Ionofil Molar.

Realizamos consultas con los profesionales especialistas en el área de Cariología y Estética, así como una revisión de la literatura referente al tema, avivándose más el interés por realizar ésta investigación.

#### 1.2.- Enunciado.

Resistencia mecánica a la compresión de dos cementos de ionómero de vidrio autopolimerizables Ionofil Molar y Ketac™ Molar Easymix, UCSM Arequipa 2014

#### 1.3.- Descripción del problema.

##### 1.3.1.- Área del conocimiento.

a. Campo: Ciencias de la Salud

b. Área: Odontología

c. Línea de investigación: Materiales dentales

d. Tópico específico: Ionómeros de Vidrio.

### 1.3.2.- Análisis de las variables.

VARIABLE	INDICADORES	
Variable única Resistencia mecánica a la compresión	MPa	
	Muy bueno	171 – 200
	Bueno	141 – 170
	Regular	111 – 140
	Malo	81 – 110
	Muy malo	51 – 80

### 1.3.3.- Interrogantes básicas.

A. ¿Cuál es la resistencia a la compresión del Ionómero de Restauración Ionofil Molar?

B. ¿Cuál es la resistencia a la compresión del Ionómero de Restauración Ketac™ Molar Easymix?

C. ¿Cuál de los 2 ionómeros ofrece mayor resistencia a la compresión?

### 1.3.4.- Taxonomía de la Investigación

ABORDAJE	TIPO DE ESTUDIO					DISEÑO	NIVEL
	1) Por la técnica de recolección	2) Por el tipo de dato	3) Por el número de mediciones de la variable	4) Por el número de grupos	5) Por el ámbito de recolección		
CUANTITATIVA	Observacional	Prospectiva	Transversal	Comparativa	De laboratorio	Comparativa / prospectiva	comparativa

#### 1.4.- Justificación.

**1.4.1.- Relevancia social:** Tiene relevancia social en tanto que los resultados del mismo conllevarán un beneficio para los pacientes los mismos que, conducen a una mejor atención en salud bucal, y por tanto una mejora en la calidad de la prestación de servicios en ésta área

El estudio traerá beneficios para los pacientes, ya que el saber que ionómero es más resistente a la compresión, hará que se elija el mejor, y esto redunde en el tiempo de vida de la restauración, y por ende en una mayor satisfacción para el paciente.

**1.4.2.- Relevancia científica:** Puesto que permitirá hacer una evaluación de las nuevas tecnologías, y cómo estas van ayudando a tener y mantener por tiempos más prolongados la salud del paciente y por tanto su calidad de vida.

**1.4.3.- Originalidad:** Dado que aunque existen estudios similares, no hay trabajos hechos en nuestro medio y en las características y condiciones que se van a investigar.

**1.4.4.- Viabilidad:** El estudio es viable porque todas las pruebas necesarias se realizarán en laboratorios y con instrumentos y material, de gran acceso para la

investigación. Se cuenta con las unidades de estudio necesarias, literatura y conocimientos necesarios para ello.

**1.4.5.- Interés personal:** Finalmente y no menos importante tiene relevancia personal, dado que permitirá al autor profundizar los conocimientos en el área y con ellos permitirme optar el título profesional de Cirujano Dentista.

## 2.- OBJETIVOS

- Determinar la resistencia a la compresión del Ionómero de Restauración Ionofil Molar.
- Medir la resistencia a la compresión del Ionómero de Restauración Ketac™ Molar Easymix.
- Determinar cuál de los 2 ionómeros ofrece mayor resistencia a la compresión

### 3.- MARCO TEÓRICO

#### 3.1.- Conceptos Básicos

##### 3.1.1.- CEMENTO DE IONÓMERO DE VIDRIO

###### a) Definición:

Los cementos de ionómero vítreo fueron desarrollados en la década de 1970, a partir de los estudios de Wilson y Kent. Se trata de un grupo de materiales restauradores que sufrió una evolución significativa, con modificaciones en sus componentes y mejoría de sus propiedades, lo que ha ampliado en forma considerable sus aplicaciones clínicas. Los motivos que hicieron despertar el gran interés por parte de los profesionales y de los fabricantes por los cementos de ionómero vítreo son: su capacidad de adhesión a la estructura dental, liberación de flúor, biocompatibilidad y coeficiente de expansión térmica similar al diente.

La posibilidad de utilizar un material restaurador que presentase tales propiedades hizo que se desarrollaran nuevos productos, con tamaño de partículas y proporción polvo-liquido diferentes, lo que permitió también el uso de los cementos de ionómero vítreo como material de cementación y base cavitaria de restauraciones.<sup>1</sup>

Por otro lado, la baja resistencia mecánica del cemento de ionómero vítreo hizo que se realizaran nuevas modificaciones en su composición.

---

<sup>1</sup> Macchi Ricardo L. *Materiales Dentales*, P. 150

Primero se pensó en añadir partículas metálicas al polvo, con lo que surgieron los *cermets* en la década de 1980. Sin embargo, el resultado estético era bastante limitado con estos materiales. De este modo, se desarrollaron los cementos de ionómero vítreo modificados por resina, con aproximadamente el 5% de componentes resinosos en su composición (entre 21 y 41% de HEMA) pequeñas cantidades de foto iniciadores. Estas alteraciones aumentaron aún más sus indicaciones y se volvieron cada vez más conocidos en casi todas las especialidades odontológicas.

A finales de 1993 surgen los compómeros o resinas poliácidos modificadas. Este material ha sido clasificado erróneamente como una variación del cemento de ionómero vítreo, cuando en verdad no es así, porque no tiene agua en su composición y no presenta la reacción ácido-base, típica de los cementos ionoméricos. En realidad, lo que ocurre es una reacción ácido-base limitada y tardía, a partir de la incorporación de agua proveniente del medio bucal, que libera pequeñas cantidades de flúor.

En la actualidad se pueden clasificar los cementos de ionómero vítreo en dos grandes grupos, según su composición y reacción de fraguado: los cementos de ionómero vítreo convencionales y los resinosos, o modificados por resina. Estos últimos pueden presentar hasta tres tipos de reacción de fraguado: ácido-base, foto activación y redox, y se pueden<sup>2</sup> subdividir aun en cementos de ionómero vítreo fotopolimerizables y autopolimerizables.

---

<sup>2</sup> Macchi Ricardo L. *Materiales Dentales*, P. 150

Debido a su elevada biocompatibilidad y capacidad de liberación de flúor, el cemento de ionómero vítreo puede ser el material de elección para procedimientos preventivos y un auxiliar para la inactivación de lesiones por caries, asociado con técnicas de instrumentación manual no invasivas, el tratamiento restaurador atraumático (ART, del inglés *Atraumatic Restorative Treatment*). Para esta finalidad clínica, fueron desarrollados los cementos de ionómero vítreo convencionales de alta densidad, que se caracterizan por presentar alta viscosidad y consistencia, liberar elevada cantidad de flúor y proporcionar mejores propiedades mecánicas.

#### **b) Composición**

En el cemento de ionómero vítreo, que también se denomina a veces *cemento de polialquenoato de vidrio*, ya que el líquido es una solución del polímero o compómeros de ácidos alquenoicos, el polvo es un vidrio molido basado en sílice y alúmina, la proporción en la que se mezclan esos óxidos determina, junto con otros factores, la facilidad con que puede ser atacado por un ácido y con ello la velocidad de la reacción de endurecimiento del cemento. El fabricante lo regula en función de la indicación del uso al que destinara el producto<sup>3</sup> (p. ej., restauraciones, recubrimiento o *liner*, base o relleno, restauración intermedia, sellado de fosas y fisuras, fijación de restauraciones de inserción rígida o reconstrucción de muñones).

Es interesante notar que para lograr la fusión de la sílice y la alúmina para formar el vidrio resulta conveniente incorporar

---

<sup>3</sup> Macchi Ricardo L. *Materiales Dentales*, P. 150

otras sustancias que faciliten el proceso. Estas sustancias, conocidas como fundentes, pueden ser diversas, pero resultan adecuados algunos fluoruros. Si bien la finalidad de su incorporación es inicialmente industrial, como se verá, su presencia adquiere importancia en la clínica odontológica.

Hay otros óxidos, como puede ser el de calcio a algún otro catión, que se incorporan al balancear en parte el desequilibrio energético que produce la presencia de dos elementos de valencia diferente como el silicio y el aluminio. Otros, como los de estroncio o bario, son incorporados para lograr radiopacidad (posibilidad de detección del material en radiografías). Se agregan además pigmentos para imitar el color de los tejidos dentarios.<sup>4</sup>

De hecho, un mismo producto comercial es suministrado muchas veces en varios envases con polvos que corresponden a distintos matices según alguna guía, también provista, para que se pueda seleccionar el más adecuado en cada situación clínica en particular. La reactividad del polvo está controlada por la relación entre los componentes básicos –óxido de silicio y de aluminio- y también por la temperatura de fusión y por el tratamiento térmico realizado por el fabricante al enfriar el vidrio industrialmente.<sup>5</sup>

La forma de realizar la posterior molienda permite obtener tamaños de partículas diferentes. El rango de tamaños de partícula presentes en los distintos productos comerciales oscila entre los 4 y los 40 micrómetros y estas diferencias

---

<sup>4</sup> Macchi Ricardo L. *Materiales Dentales*, P. 150

<sup>5</sup> Macchi Ricardo L. *Materiales Dentales*, P. 151

repercuten en las proporciones en que se hace la mezcla con el líquido y en las propiedades finales del material con que se condiciona su empleo clínico.

El líquido, como ya se indicó, es una solución en agua – por lo general en una concentración de 40% a 45% en masa- de polímeros o más habitualmente copolímeros de ácidos alquenoicos (acrílico, maléico, itacónico, etc.). Con mucha frecuencia se incorpora a la solución cierta cantidad de ácido tartárico (5% a 15%). Este toma iones con facilidad y evita la formación demasiado rápida de las sales de ácidos polialquenoicos (polialquenoatos). De esta manera se puede prolongar el tiempo de trabajo sin afectar el fraguado final y así facilitar la labor del profesional al regularse el desplazamiento de iones de vidrio durante la reacción ácido-base.

Algunos fabricantes utilizan un procedimiento de desecación del líquido por congelación y el vacío para obtener el ácido polialquenoico en forma de sólido. Este es incorporado al polvo que, de esta manera, es lo único que se vende al profesional.<sup>6</sup>

Para utilizar estos ionómeros, denominados *anhidros*, ese polvo es mezclado con agua, lo que regenera la solución de ácido y la formación de los iones necesarios para la reacción.

Otras veces esto se hace parcialmente y se provee un líquido que es casi totalmente agua con una pequeña cantidad de componentes como el ácido tartárico, ya que el resto de los

---

<sup>6</sup> Macchi Ricardo L. *Materiales Dentales*, P. 151

componentes se encuentran en el polvo. Se los denomina, en este caso, ionómeros vítreos *semianhidros*.

La ventaja de estas últimas dos formas de presentación radica en evitar el uso de líquidos bastante viscosos y algo difíciles de manipular como son las soluciones de ácidos polialquenoicos.<sup>7</sup>

### c) Indicaciones

#### Material restaurador

- RESTAURACION DE LESION CERVICAL NO CARIOSAS: Esta indicación se asocia con la capacidad de intercambio iónico del cemento de ionómero vítreo con la estructura dental, es decir, su adhesividad. Normalmente, la dentina presente en lesiones cervicales no cariosas se encuentra más mineralizada o esclerosada debido a ciertos factores etiológicos, como bruxismo, cepillado iatrogénico y erosión química.<sup>8</sup>

Esta alta mineralización dentinaria y la obliteración de los túbulos representan un desafío importante para obtener la unión de material restaurador-diente. Como el cemento de ionómero vítreo posibilita la unión química con los tejidos dentales y puede ser insertado en un único incremento de la cavidad, este material representa una posibilidad alternativa para restauración de esta condición clínica.

---

<sup>7</sup> Macchi Ricardo L. *Materiales Dentales*, P. 151

<sup>8</sup> Conceição Nocchi, *Odontología Restauradora Salud y estética*. P. 188

- RESTAURACION DE CAVIDAD DE TIPO V: Cuando existen lesiones de caries en las superficies cervicales, el profesional debe optar por los materiales restauradores adhesivos que permitan restringir la preparación cavitaria a la remoción del tejido cariado. De esta manera, los cementos de ionómero vítreo, al igual que las resinas compuestas directas, pueden utilizarse en estas situaciones.
- RESTAURACION DE CAVIDAD DE TIPO III: Este tipo de cavidad debe ser restaurada de forma conservadora en relación con la preparación cavitaria; de esta manera, pueden indicarse los materiales ionoméricos, debido a que pueden adherirse a la estructura dental. No obstante, la resina compuesta es el material restaurador de elección cuando existe un gran compromiso de superficie vestibular, pues permite un mejor resultado estético.<sup>9</sup>
- RESTAURACION DE LESION DE CARIES RADICULAR: Los cementos de ionómero vítreo presentan una buena alternativa para restaurar áreas radiculares con lesión por caries, pues en estas situaciones clínicas se puede utilizar un material restaurador que pueda aplicarse en la cavidad con rapidez, sin muchas expectativas estéticas y con capacidad de liberación de iones de flúor, ya que en general son los pacientes geriátricos los que tienen alta actividad de caries y que presentan este tipo de lesión.

---

<sup>9</sup> Conceição Nocchi, *Odontología Restauradora Salud y estética.*, P. 188

- **RESTAURACION DE TIPO I SIN COMPROMISO DE CUSPIDE:** Esta indicación se encuentra limitada a las restauraciones de cavidades de tipo I de pequeña extensión, con los contactos oclusales sobre estructura dental sana. El cemento de ionómero vítreo resinoso es el material de elección debido a sus propiedades mecánicas mejoradas en relación con los cementos de ionómero vítreo convencionales. Esta indicación se utiliza más en odontopediatría, pues los cementos ionoméricos pueden ser insertados en la cavidad en un único incremento y pueden ser sometidos al acabado y pulido en la misma sesión clínica, lo que proporciona un ahorro de tiempo clínico.<sup>10</sup>
- **RESTAURACION DE CAVIDAD DE TIPO II SIN COMPROMISO DE CRESTA MARGINAL:** La confección de una cavidad tipo “túnel”, o “acceso vestibulolingual”, permite preservar la estructura dental sana y la cresta marginal, que es una estructura de refuerzo del diente. En estos casos, los cementos de ionómero vítreo están indicados para la restauración de cavidades confeccionadas por “acceso vestibulolingual” o “slot horizontal”, y en la reconstrucción de la mayor parte de la cavidad tipo “túnel”, seguidos de la inserción de resina compuesta directa, se debe tener en cuenta que los cementos de ionómero vítreo, por su baja resistencia al

---

<sup>10</sup> Conceição Nocchi, *Odontología Restauradora Salud y estética*. P. 188

desgaste, no deben utilizarse en ares de grandes esfuerzos másticatorios.

- **RESTAURACION PROVISIONAL:** Un material restaurador provisorio debe presentar buena resistencia mecánica y capacidad de sellado marginal de la cavidad. Los materiales ionoméricos, además de poseer tales características, también son capaces de adherirse a la estructura dentaria y liberar cantidades significativas de flúor. Esta última propiedad puede ayudar en el intento de inhibición de la desmineralización y activación de la remineralización del tejido cariado durante la fase de espera del tratamiento restaurador definitivo, sobre todo en pacientes que necesitan adecuación del medio bucal.<sup>11</sup> Podemos aun añadir al hecho de que los materiales ionoméricos pueden recargarse con flúor cuando están en contacto con soluciones de enjuague y pastas fluoradas. Por estas razones, los cementos de ionómero vítreo pueden estar indicados como materiales restauradores provisorios. Debe resaltar que la liberación de flúor por si sola proveniente de los cementos de ionómero vítreo y no impide el desarrollo de lesiones por caries.
- **TRATAMIENTO RESTAURADOR ATRAUMÁTICO:** Se trata de restauraciones de lesiones cariosas en dientes deciduos, o permanentes jóvenes, realizadas en lugares donde la población no posee ningún tipo de servicio odontológico. Este concepto se relaciona con la conservación del tejido afectado, es decir, tejido desmineralizado. Esta técnica tiene el aval y esta promovida por la Organización Mundial de la Salud

---

<sup>11</sup> Conceição Nocchi, *Odontología Restauradora Salud y estética*. P. 189

(OMS) y consiste en el curetaje del tejido cariado con instrumentos cortantes manuales seguido de la restauración de la cavidad resultante con cemento de ionómero vítreo convencional. La gran demanda de la técnica determinó el desarrollo de los cementos de ionómero vítreo de alta densidad, los cuales presentan alta viscosidad, mejores propiedades mecánicas y elevada liberación de flúor.<sup>12</sup>



---

<sup>12</sup> Conceição Nocchi, *Odontología Restauradora Salud y estética*. P. 189

#### d) Propiedades

Como se mencionó anteriormente, las propiedades distintivas de los ionómeros vítreos con su compatibilidad biológica, la liberación de fluoruros y su adhesión específica a las estructuras dentarias. A estas características deben agregarse las propiedades mecánicas y químicas que diferencian los ionómeros de otros cementos, particularmente su rigidez y su menor solubilidad.

##### **Compatibilidad biológica**

Numerosas investigaciones han demostrado la inocuidad del ionómero para el tejido pulpar cuando se lo coloca en el complejo dentinopulpar como liner, base o relleno. A pesar de la molécula ácida que contiene, esta es de un peso molecular lo suficientemente elevado como para que por su tamaño no pueda penetrar en la luz de los conductillos o túbulos dentinarios. Si bien el pH inicial de la mezcla es ácido, en pocos minutos se alcanza un pH cercano a la neutralidad, lo que asegura una adecuada protección pulpar. En algunas publicaciones se ha informado la presencia de sensibilidad posoperatoria tras la inserción de un ionómero; en tal sentido, se cree que esa sensibilidad puede obedecer a una incorrecta proporción polvo-liquido, o a un incorrecto espatulado del cemento que, como se verá más adelante, es un paso bastante crítico para el odontólogo.<sup>13</sup>

De todas maneras, cuando el diagnóstico de la permeabilidad dentinaria del caso por tratar lo determine, convendrá colocar siempre una base (gota) de cemento de hidróxido de calcio

---

<sup>13</sup> Barrancos Mooney Julio, Barrancos Patricio. *Operatoria dental: integración clínica*, P. 758.

fraguable como protector pulpar. La presencia de óxido de zinc como material obtundente y lo antiinflamatorio junto con la propiedad de liberar flúor hacen del ionómero un material confiable como protector dentinopulpar.

### **Liberación de fluoruros**

Esta es una propiedad trascendente de los ionómeros vítreos en todas sus variedades. Ya se ha explicado que al endurecer queda el ion flúor liberado en la estructura nucleada del cemento; esto permite la salida de aquel como fluoruro de sodio (catión presente en el vidrio), lo que confiere al ionómero una interesante propiedad anticariogénica y desensibilizante. Por este motivo, el ionómero es el material indicado especialmente en odontopediatría para la restauración de dientes temporarios o primarios y en odontogeriatría para la restauración de abrasiones y lesiones cervicales particularmente dolorosas. Tanto los ionómeros convencionales como los modificados con resinas presentan liberación de fluoruros en mayor o menor grado, pero todos estos, además, tienen la posibilidad de actuar como reservorio del flúor si el paciente recibe aportes de fluoruros adicionales mediante topificaciones o enjuagues fluorados. Así, el ionómero presente en una restauración puede incorporar iones fluoruro por un mecanismo de difusión hacia su mása y luego liberarlos en función del tiempo, por el mismo proceso de liberación ya explicado. Este proceso puede repetirse varias veces, lo que le confiere al ionómero una valiosa actividad contra la caries recidivante y la acumulación de placa bacteriana.<sup>14</sup> Los ionómeros modificados con resinas liberan

---

<sup>14</sup> Barrancos Mooney Julio, Barrancos Patricio. *Operatoria dental: integración clínica*. P. 758.

tanto flúor como los convencionales o más. Quizás convenga destacar que la mayor parte del flúor se libera en las primeras horas y días y que los valores decrecen a medida que transcurre el tiempo, pero que la propiedad mencionada de actuar como reservorio recompensa las pérdidas producidas. A diferencia de algunos cementos que liberan flúor (como los cementos de silicato y de silicofosfato), los ionómeros no experimentan degradación, desintegración ni pérdida de masa por esta propiedad, aunque si pueden presentar manifestaciones de aquellas propiedades por el solo hecho de ser cementos dentados, en particular los ionómeros convencionales

#### **Adhesividad. Mecanismo de difusión e intercambio iónico**

La posibilidad de adherirse específicamente a las estructuras dentarias ha hecho del ionómero vítreo un material de elección en numerosas aplicaciones restauradoras. Cuando se dice que el ionómero se adhiere específicamente al diente, debe entenderse que se trata de una unión química de naturaleza iónica entre los grupos carboxílicos (-COO-) y el calcio de la hidroxiapatita del esmalte y la dentina.

Recientes estudios han demostrado fehacientemente el mecanismo adhesivo de los ionómeros, caracterizándose por la existencia de un intercambio iónico entre el material y la estructura dentaria. Los trabajos de Yoshida, Van Meerbeel y col. (2000) y Ngo. Mount y col. (2001, 2002)<sup>15</sup> han permitido no solo determinar fehacientemente el proceso de intercambio iónico entre los grupos carboxílicos de los ácidos polialquenoicos y el calcio de la hidroxiapatita, así como su

---

<sup>15</sup> Barrancos Mooney Julio, Barrancos Patricio. *Operatoria dental: integración clínica*. P. 758.

interacción con los iones fosfato y oxhidrilo, sino también determinar un verdadero “mapa” de la acción remineralizadora del ionómero, cuantificando la distancia que los iones han “viajado” del material al diente, así como del diente hacia el material. Estos hallazgos importantes han determinado una nueva indicación clínica para los ionómeros: la de un verdadero sistema adhesivo, tal como se explicara más adelante, cuando se considere el papel remineralizador de estos materiales. A pesar de tratarse de una unión primaria, esta unión puede estar sujeta a la acción de la hidrólisis y de las cargas o fuerzas aplicadas al ionómero. Sin embargo, la resistencia de la unión adhesiva del ionómero al diente es bastante aceptable desde el punto de vista clínico, aunque paradójicamente los valores de esta resistencia hallados en las pruebas de laboratorio no son muy elevados (en general no superan los 10MPa, cuando los adhesivos dentinarios y la técnica de grabado ácido del esmalte superan ampliamente los 15 MPa).<sup>16</sup>

En restauraciones efectuadas con ionómeros convencionales se encontró que al cabo de 15 años de resistencia adhesiva de estos materiales era mayor que la resistencia cohesiva, es decir que se halló que el cemento estaba totalmente fracturado pero que aun así estaba contenido en la cavidad que restauraba (erosiones cervicales). La adhesividad depende de varios factores de manipulación y de inserción del ionómero; en tal sentido, el tiempo de espatulado o mezcla del material y el momento de su inserción resultan cruciales. Si el componente adhesivo del ionómero es el líquido, que contiene los grupos carboxílicos, será necesario disponer de la mayor

---

<sup>16</sup> Barrancos Mooney Julio, Barrancos Patricio. *Operatoria dental: integración clínica*, P. 758.

cantidad posible de estos, para lo cual el ionómero deberá prepararse en no más de 20 o 30 segundos y aplicarse en la preparación dentaria inmediatamente. De no ser así, el mayor tiempo de mezcla o la demora en llevarlo a la pieza dentaria hará que el líquido comience a reaccionar con el polvo, con la consiguiente menor disponibilidad de grupos carboxílicos adhesivos. Por lo tanto, **la mezcla rápida y la inserción inmediata** contribuyen una premisa insoslayable en la manipulación del ionómero, en función de su capacidad <sup>17</sup>adhesiva.

#### e) Propiedades Mecánicas

Los ionómeros convencionales, y más aun los ionómeros modificados con resinas, se caracterizan por poseer valores de rigidez similares a la dentina. Por ello, los ionómeros constituyen el material ideal para efectuar rellenos y bases cavitarias, y reemplazan satisfactoriamente la dentina perdida, procedimiento muy empleado en la preparación de cavidades para incrustaciones, si el ionómero y la dentina se tallan simultáneamente. Es imprescindible aclarar que una restauración de inserción rígida como la incrustación no debe asentarse íntegramente sobre ionómero; aun cuando se pueda reemplazar dentina por ionómero, la mayor parte de la restauración debe fijarse sobre dentina. Asimismo, el procedimiento de obturar una cavidad con ionómero y luego tallar la preparación cavitaria debe efectuarse con instrumental de diamante y no de carburo, mientras que el instrumento rotatorio de diamante desgastará el material sin

---

<sup>17</sup> Barrancos Mooney Julio, Barrancos Patricio. *Operatoria dental: integración clínica*. P. 758.

romperlo, para lo cual deberá accionarse bajo abundante refrigeración acuosa.

Empleado como base cavitaria, el ionómero se ha convertido en el material de elección para dicho procedimiento clínico, no solo porque posee la rigidez suficiente para soportar las fuerzas de la masticación y de la oclusión transmitidas por las restauraciones, sino también por las características adhesivas y de compatibilidad biológica (incluida la liberación de fluoruros) ya mencionadas.

Utilizado como liner o recubrimiento, el ionómero tendrá un espesor que no superará los 0,5mm, y en este caso no es recomendable emplearlo en esos espesores en el rector posterior de la cavidad bucal, sometido a fuerzas funcionales de oclusión, especialmente si se trata de ionómeros convencionales, ya que en pequeños espesores no presentaran la rigidez necesaria.

En el empleo de los ionómeros como materiales para restauraciones la *resistencia a la abrasión* es una propiedad por tener en cuenta si se considera que los ionómeros convencionales tienen baja resistencia a la abrasión y que los modificados con resinas, en virtud de estas, son más resistentes al desgaste, pero nunca en la medida en que lo son las resinas reforzadas o “composites”.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Barrancos Mooney Julio, Barrancos Patricio. *Operatoria dental: integración clínica*, P. 759

#### f) Ventajas

- Adhesividad a la estructura dentaria
- Liberación de flúor
- Biocompatibilidad
- Coeficiente de expansión térmica similar al del diente

Por otro lado, algunas características inherentes a los materiales ionoméricos limitan su utilización en determinadas situaciones clínicas.

#### g) Limitaciones

- Baja resistencia al desgaste
- Resultado estético inferior en comparación con las resinas compuestas
- Resistencia inferior a la compresión y a la tracción en comparación con la de las resinas compuestas<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Barrancos Mooney Julio, Barrancos Patricio. *Operatoria dental: integración clínica*. P. 759

### 3.1.2.- IONOFIL MOLAR

#### a) Definición

VOCO Ionofil Molar AC es utilizable sin acondicionamiento y directamente desde la práctica capsula de aplicación. Disponible inmediatamente de una consistencia condensable, de alta viscosidad y no pegajosa. Por su adhesión segura a dentina y esmalte, este restaurador de ionómero de vidrio proporciona restauraciones extremadamente estables sin formación de fugas marginales. Gracias a la translucidez parecida al diente le otorga a la restauración una estética natural.

VOCO Ionofil Molar AC es libre de ingredientes contaminantes y exhibe así una alta biocompatibilidad. Con una liberación de fluoruros continua contribuye además a la prevención de caries secundaria. VOCO Ionofil Molar AC es radiopaco (250% AI) y está disponible en los colores A1, A2 y A3. La alta radiopacidad permite una simple diferenciación entre VOCO Ionofil Molar y el tejido dentario.<sup>20</sup>

#### b) Indicaciones

Restauración de la clase I (áreas sin oclusión)

Restauraciones temporales de larga duración en clases I y II<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup>[http://www.voco.es/es/products/\\_products/voco\\_ionofil\\_molar/Folleto\\_ES\\_Gize\\_20111012.pdf](http://www.voco.es/es/products/_products/voco_ionofil_molar/Folleto_ES_Gize_20111012.pdf)

<sup>21</sup> [http://www.voco.es/es/products/\\_products/voco\\_ionofil\\_molar/index.html](http://www.voco.es/es/products/_products/voco_ionofil_molar/index.html)

Base cavitaria y rellenos en restauraciones

Reconstrucción de muñones

Restauración de dientes temporales

Restauración de defectos cuneiformes y erosiones cervicales  
adamantinas

**c) Ventajas**

Muy buena empaquetabilidad

Consistencia no pegajosa

Muy alta resistencia compresiva, transversal y a la abrasión

Buena adhesión a la dentina y al esmalte

Restauraciones muy duraderas

Alta liberación continua de flúor

Radiopaco

Biocompatible

Translucidez estética similar al diente<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> [http://www.voco.es/es/products/\\_products/voco\\_ionofil\\_molar/index.html](http://www.voco.es/es/products/_products/voco_ionofil_molar/index.html)

## b) Presentaciones

VOCO Ionofil Molar

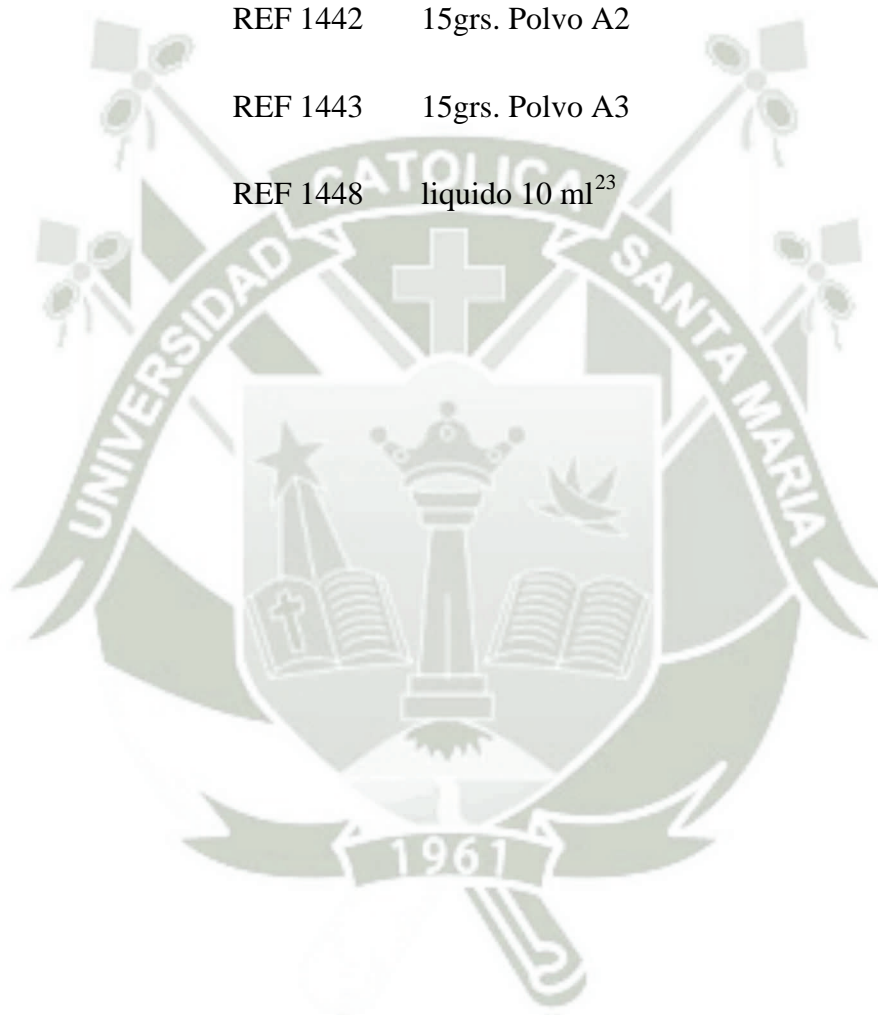
REF 1441 set 3 x polvo 15 grs. (A1, A2, A3), 10 ml  
liquid, 3 ml Final Varnish LC

REF 1447 15grs. Polvo A1

REF 1442 15grs. Polvo A2

REF 1443 15grs. Polvo A3

REF 1448 liquido 10 ml<sup>23</sup>



---

<sup>23</sup> [http://www.voco.es/es/products/\\_products/voco\\_ionofil\\_molar/index.html](http://www.voco.es/es/products/_products/voco_ionofil_molar/index.html)

### 3.1.3.- KETAC MOLAR

#### a) Definición

El material de obturación Ketac™ Molar tiene una nueva fórmula de polvo granulado que le ofrece una mezcla rápida y fácil, dosificación exacta, reproducible para asegurar una viscosidad predecible.

#### Nueva tecnología de punta.

El material de obturación Ketac™ Molar Easy Mix tiene una nueva fórmula conservando todas las propiedades físicas comprobadas y confiables del ionómero de vidrio original Ketac™ Molar, ofreciendo una alta resistencia a la compresión y excelentes características de manipulación, además de liberación de flúor.

#### Desempeño comprobado y confiable.

Se ha demostrado en estudios independientes que es más confiable, higiénico y fácil de mezclar que otros ionómeros de vidrio de la competencia.

- **Alta resistencia a la flexión** - reduce el riesgo de fractura de la restauración.
- **Adhesión al esmalte y a la dentina** - es ideal para la Odontología Minimamente Invasiva (MID, por sus siglas en inglés) y Tratamiento Restaurativo Atraumático (TRA).<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup>[http://solutions.3m.com.pe/wps/portal/3M/es\\_PE/3MESPE\\_LA/dental-professionals/productos/productos-por-categoria/ionomeros-de-vidrio/ketac-molar-easymix/](http://solutions.3m.com.pe/wps/portal/3M/es_PE/3MESPE_LA/dental-professionals/productos/productos-por-categoria/ionomeros-de-vidrio/ketac-molar-easymix/)

- **Liberación de flúor a largo plazo** - ayuda a prevenir la formación de caries secundaria.
- **Baja erosión a los ácidos** - mantiene una excelente integridad marginal de las restauraciones.
- **Cuatro tonos** (A1, A3, A4 y B2).
- **Radiopaco.**
- **Buena relación costo-beneficio.**
- **Más fluido** - un polvo que se puede verter se traduce en una dosificación más exacta, resultando en una relación polvo/líquido más exacta.
- **Más hidrofílico** - el componente líquido se absorbe rápidamente con menos desperdicio, así la mezcla es más rápida y fácil.
- **Más fácil de manipular** - es menos pegajoso y produce menos polvo que otros productos de ionómero de vidrio de la competencia.

#### **b) Ventajas**

- Liberación de flúor.
- Excelentes características de manipulación.
- Dosificación reproducible.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup>[http://solutions.3m.com.pe/wps/portal/3M/es\\_PE/3MESPE\\_LA/dental-professionals/productos/productos-por-categoria/ionomeros-de-vidrio/ketac-molar-easymix/](http://solutions.3m.com.pe/wps/portal/3M/es_PE/3MESPE_LA/dental-professionals/productos/productos-por-categoria/ionomeros-de-vidrio/ketac-molar-easymix/)

- Alta resistencia a la flexión - reduce el riesgo de fractura de la restauración.
- Aplicación en una sola intención.
- Autopolimerizable.
- Recomendado en odontopediatría y odontogeriatría.
- Excelente Adhesión al esmalte y a la dentina.
- Alta resistencia a la compresión.
- Baja erosión a los ácidos - mantiene una excelente integridad marginal de las restauraciones.
- Radiopaco.
- Buena relación costo-beneficio.

### c) Técnica de Aplicación

- Antes de dispensar, agite el frasco para que el polvo se disperse.
- Cerrar herméticamente los dos frascos después de usarlos.
- Mezclar el polvo<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup>[http://solutions.3m.com.pe/wps/portal/3M/es\\_PE/3MESPE\\_LA/dental-professionals/productos/productos-por-categoria/ionomeros-de-vidrio/ketac-molar-easymix/](http://solutions.3m.com.pe/wps/portal/3M/es_PE/3MESPE_LA/dental-professionals/productos/productos-por-categoria/ionomeros-de-vidrio/ketac-molar-easymix/)

#### d) Indicaciones

##### **Terapia de obturación convencional:**

- Como base para restauraciones de resina compuesta de una o de varias superficies.
- Reconstrucción de muñones.
- Obturaciones en dientes temporales.
- Obturaciones de una sola superficie en áreas que no involucran la oclusión.
- Obturación de cavidades Clase V donde la estética no es primordial.
- Obturaciones semi-permanentes de una o de varias superficies.

##### **Terapia de obturación de Odontología de Mínima Invasión y Técnica Restaurativa Atraumática:**

- Obturaciones en dientes temporales.
- Obturaciones de una sola superficie en áreas que no involucran la oclusión.
- Obturación de cavidades Clase V donde la estética no es primordial.
- Obturaciones semi-permanentes de una o de varias superficies.
- Obturaciones semi-permanentes de cavidades Clase III.
- Sellado de fisuras.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup>[http://solutions.3m.com.pe/wps/portal/3M/es\\_PE/3MESPE\\_LA/dental-professionals/productos/productos-por-categoria/ionomeros-de-vidrio/ketac-molar-easymix/](http://solutions.3m.com.pe/wps/portal/3M/es_PE/3MESPE_LA/dental-professionals/productos/productos-por-categoria/ionomeros-de-vidrio/ketac-molar-easymix/)

### 3.1.4.- PROPIEDADES MECANICAS

#### a) Definición

Las propiedades de los materiales determinan su comportamiento cuando se les sujeta a esfuerzos mecánicos. Estas propiedades incluyen el módulo de elasticidad, ductilidad, dureza y varias medidas de resistencia. Las propiedades mecánicas son importantes en el diseño, porque el funcionamiento y desempeño de los productos dependen de su capacidad para resistir deformaciones bajo los esfuerzos que enfrentan en el servicio.<sup>28</sup>

Las propiedades mecánicas son aquellas propiedades de los sólidos que se manifiestan cuando aplicamos una fuerza.

Las propiedades mecánicas de los materiales se refieren a la capacidad de los mismos de resistir acciones de cargas os: las cargas o fuerzas actúan momentáneamente, tienen carácter de choque.<sup>29</sup>

#### b) Dureza

Se define dureza de un material como su resistencia a la indentación permanente. Una buena dureza significa generalmente que el material es resistente al rayado y al desgaste.<sup>30</sup>

---

<sup>28</sup> GROOVER, Mikell P. *Fundamentos de Manufactura Moderna Materiales Procesos y Sistemás*. P. 43.

<sup>29</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa\\_de\\_materiales#Propiedades\\_mec.C3.A1nicas](http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa_de_materiales#Propiedades_mec.C3.A1nicas)

<sup>30</sup> GROOVER, Mikell P. *Fundamentos de Manufactura Moderna Materiales Procesos y Sistemás*. P. 57.

### c) Resistencia

La resistencia de materiales clásica es una disciplina de la ingeniería mecánica y la ingeniería estructural que estudia los sólidos deformables mediante modelos simplificados. La resistencia de un elemento se define como su capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo.

Un modelo de resistencia de materiales establece una relación entre las fuerzas aplicadas, también llamadas cargas o acciones, y los esfuerzos y desplazamientos inducidos por ellas. Generalmente las simplificaciones geométricas y las restricciones impuestas sobre el modo de aplicación de las cargas hacen que el campo de deformaciones y tensiones sean sencillos de calcular.<sup>31</sup>

Si se sitúa un cuerpo bajo una carga que tiende a comprimirlo o acortarlo, la resistencia interna a dicha carga se denomina *fuerza de compresión*. La fuerza de compresión se asocia con la *deformación por compresión*. Para calcular tanto la fuerza de tensión como la de compresión, se divide la fuerza aplicada por el área transversal perpendicular a la dirección de la fuerza.<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia\\_de\\_materiales](http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_de_materiales)

<sup>32</sup> Kenneth J. Anusavice *Phillips Ciencia de los Materiales Dentales*, P. 77

### 3.2.- ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

#### 3.2.1.- ANTECEDENTES LOCALES

##### **Título**

**“Resistencia mecánica a la compresión de dos cementos de ionómero de vidrio autopolimerizables Ketac Molar y Fuji IX, Arequipa, 2007”**

##### **Autor**

**Brest Javier Paucar Montesinos (Arequipa 2007)**

##### **Resumen**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar la resistencia a la compresión (fractura) de dos cementos de ionómero de vidrio autopolimerizables, con el fin de confirmar cuál de estos es mucho más resistente a dicha propiedad.

Los cementos de ionómero de vidrio autopolimerizables utilizados para dicho estudio fueron: Ketac Molar, Fuji IX.

La muestra estuvo determinada por un muestreo no aleatorio simple, siendo cuarenta probetas.

Las unidades de estudio se subdividieron en dos grupos: grupo experimental veinte probetas (Ketac Molar) grupo control veinte probetas (Fuji IX).

Las muestras de cada material fueron sometidas a resistencia a la compresión de acuerdo a los métodos propuestos por la ANSI/ADA especificaciones 66.

Todas las pruebas se realizaron después de 24 horas de realizar los mezclados de polvo y líquido indicadas por cada fabricante.

Se procedió a la fase experimental propiamente dicha donde se midió computarizada mente la resistencia a la compresión utilizando la maquina universal de ensayos PG-170-50k, Pinzular. Los resultados obtenidos fueron en KN transformándolos en Mega pascales aplicando la formula respectiva.

Los resultados demostraron que:

La resistencia mecánica promedio a la compresión del cemento de ionómero Ketac Molar es de 67,80 Mega pascales.

La resistencia mecánica promedio a la compresión del cemento ionómero de vidrio Fuji IX es de 56,33 Mega pascales.

Existe diferencia a la resistencia mecánica a la compresión entre estos dos materiales.

Es decir que el ionómero de vidrio Fuji IX tiene una resistencia de 83,08% de un ionómero de vidrio Ketac Molar a la cual le otorgamos un 100%. Un ionómero de vidrio Fuji IX resiste a la compresión 16,92% menos que un ionómero de vidrio Ketac Molar.

Palabras Clave: Ionómero de vidrio, Ketac Molar, Fuji IX, compresión.

## **Título**

**“Resistencia mecánica a la compresión de dos cementos de ionómero de vidrio fotopolimerizable Kavitan®lc y Vitremer TM. Arequipa 2010**

## **Autor**

**Claudia Alejandra Concha Llerena (Arequipa 2010)**

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo comprar la resistencia mecánica a la compresión de dos cementos de ionómero de vidrio híbridos fotopolimerizables: KAVITAN®LC y Vitremer TM, con el fin de demostrar cuál de estos es mucho más resistente a dicha propiedad.

Las unidades de estudio se subdividieron en dos grupos: uno de 25 probetas KAVITAN®LC y el otro 25 probetas (Vitremer TM).

Las muestras de cada material fueron sometidas a resistencia a la compresión después de 24 horas de haber realizado la mezcla de polvo y líquido de cada ionómero según cada fabricante.

Los resultados obtenidos demostraron que: el ionómero de vidrio fotopolimerizable VITREMER TM tiene mayor resistencia mecánica a la compresión ya que se obtuvo una promedio de 180.3MPa y con el ionómero de vidrio híbrido fotopolimerizable KAVITAN®LC el promedio fue menor con 151.9MPa, por lo que se obtuvo 28.4MPa más en la resistencia mecánica a la compresión con VITREMER TM.

Palabras Clave: ionómero de vidrio híbrido, Kavitan®LC, Vitremer TM, resistencia a la compresión.

## **Título**

**“Resistencia Mecánica a la compresión de los materiales cemento Portland modificado resinoso y el ionómero de vidrio Ketac Molar TM. Arequipa 2011”**

## **Autor**

**Yngrid Joanna Manrique Córdova (Arequipa 2011)**

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar la Resistencia Mecánica a la compresión del Cemento Portland Modificado Resinoso y el Ionómero de vidrio Ketac Molar, con el propósito de confirmar cuál de estos es mucho más resistente a dicha propiedad.

Las unidades de estudio fueron: grupo experimental 15 probetas de cemento Portland Modificado resinoso y Grupo control: 15 probetas Ketac Molar.

Las muestras de cada material fueron sometidas a resistencia a la compresión; para el Ketac Molar fue después de 7 días de haber realizado la mezcla del polvo y líquido según el fabricante.

Para el Cemento Portland Modificado Resinoso fue después de 7 días de haber realizado la mezcla del polvo del Cemento Portland y el líquido de resina Poliéster cristal.

Se procedió a la fase experimental, para ello se utilizó la maquina universal de ensayos PG-170-50k, Pinzular, que se encuentra conectado a un sistema computarizado donde se midió la resistencia a la

compresión. Los datos obtenidos fueron en KN (kilo newton) y transformándolos luego a MPa (mega Pascales) y demostraron que:

La resistencia mecánica promedio a la compresión del cemento Portland modificado resinoso es de 118.5 Mpa.

La resistencia mecánica promedio del cemento de ionómero de vidrio Ketac Molar es de 161.5 Mpa.

Existe diferencia significativa de la resistencia mecánica a la compresión entre el Cemento Portland modificado resinoso que es 43 Mpa menos que el ionómero de vidrio Ketac Molar.

Es decir que el Cemento Modificado resinoso tiene una resistencia de 73.3% mientras que el ionómero de vidrio Ketac Molar le otorgamos un 100%.

Palabras Claves: ionómero de vidrio, Ketac Molar, Cemento Portland, Resistencia a la compresión.

### **3.2.2.- ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

#### **Título**

**“Ionómeros de vidrio, propiedades mecánicas a largo plazo”**

#### **Autor**

**Mitra Sumita B, Kedrowski Brant L. (USA 1997)**

#### **Resumen**

Hoy en día, son varios los materiales híbridos de metacrilato/ionómero de vidrio para uso clínico restaurativo. No obstante, se desconoce a la

fecha cuál es su resistencia a largo plazo ante la degradación física en la situación de humedad en la boca.

El objetivo de la siguiente investigación fue determinar algunas propiedades mecánicas, como la resistencia límite a la compresión y la resistencia diametral a la tensión, de varios productos de ionómeros de vidrio como función del tiempo luego del envejecimiento en agua a temperatura bucal.

### **Título**

**“Estudio comparativo in vitro del patrón de fractura de un cermet y dos cementos de ionómero de vidrio híbridos”.**

### **Autor**

**Rafael Solans Buxeda<sup>1</sup>, Cecilia Farran Minguella<sup>2</sup>, Carlos Canalda Sahli. (Barcelona)**

### **Resumen**

Se ha estudiado el patrón de fractura de tres cementos de ionómero de vidrio; un cermet, Ketac Silver y dos compómeros, Dyract y Compoglass. Los tres han sido sometidos a la percusión de una carga en una maquina Instron sobre 30 muestras iguales de los tres materiales, 10 de Ketac Silver, 10 de Dyract y otras 10 de Compoglass. Se ha conseguido que la carga unida a la maquina descienda perpendicularmente en dirección al centro de la muestra. Para el análisis de los resultados hemos empleado la observación directa. Ketac Silver presenta un patrón de fractura quebradizo, con múltiples divisiones, mientras que Dyract y Compoglass presentan un patrón de fractura limpio, con dos divisiones.

## **Título**

**“Estudio de la resistencia a la fractura por compresión de un compómero, un cemento de ionómero de vidrio convencional y una resina compuesta sometidos a un proceso de envejecimiento artificial”**

## **Autor**

**Hidalgo JJ, Azabal M, Terrón F, Baños JL, Vega JM. (Madrid-España, 2000)**

## **Resumen**

El objeto de este estudio es evaluar la resistencia a la fractura por compresión de una resina compuesta (TPH®), un compómero (Dyract®), y un cemento de ionómero de vidrio convencional (Chemfil®), todos ellos manufacturados por la empresa de Trey Dentsply®, tras someterlos a un proceso de “envejecimiento artificial”.

La resistencia a la fractura se determinó en periodos de 24, 300, 600 y 1200 horas tras almacenar las muestras en una estufa a 37°C, y someterlas a ciclos de inmersión de agua, deshidratación en aire, luz ultravioleta y calor, empleando una máquina para ensayos de compresión.

Nuestros resultados mostraron que en todas las situaciones, los valores para el compómero fueron intermedios y próximos a los de la resina compuesta. En todas las situaciones el ciclado redujo la resistencia a la fractura por compresión, en todos los materiales estudiados. Así como en la introducción del factor luz y calor en el proceso, la resistencia a la fractura, incrementada en los materiales con resina, puede explicarse por aumento del grado de polimerización inducido por este factor.

#### 4.- HIPÓTESIS

Dado que el ionómero de vidrio Ketac Molar Easy Mix tiene en su composición Acido Policarboxílico y el ionómero de vidrio Ionofil Molar no lo tiene en su composición

Es probable que el cemento de ionómero de vidrio Ketac Molar Easy Mix ofrezca mayor resistencia a la compresión que el Ionómero de vidrio Ionofil Molar.



## PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

### 1. TECNICA, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACION

#### 1.1. TECNICA

##### 1.1.1 Precisión

Observación directa para obtener información de la variable resistencia a la compresión

##### 1.1.2. Esquematización

VARIABLE	TÉCNICA	PROCEDIMIENTO
Resistencia mecánica a la compresión	Observación directa	Medición

##### 1.1.3. Descripción de la técnica

Para obtener las unidades de estudio se procederá a rellenar los cilindros con los cementos objetos de la investigación, grupo A (ionómero Ionofil Molar) y grupo B (ionómero Ketac Molar Easy Mix). Una vez esperada las 24 horas que indican los fabricantes, procederé a retirar los soportes cilíndricos de ambos grupos, para revisar que las muestras no tengan porosidades u otros defectos.

Se medirá la resistencia utilizando la maquina universal de ensayos PG-170-50K Pinzuar LTDA, generando valores expresados en Carga Máxima (kilo Newtons) y Resistencia (Mega Pascales)

## 1.2. INSTRUMENTOS

### 1.2.1. Instrumento documental

#### a) Precisión

Ficha Laboratorial

#### b) Estructura del instrumento

VARIABLE	INDICADORES	EJES
RESISTENCIA MECANICA A LA COMPRESION	Muy bueno	171 – 200
	Bueno	141 – 170
	Regular	111 – 140
	Malo	81 – 110
	Muy malo	51 – 80

#### c) Modelo del Instrumento

Dicho modelo figura en anexos del proyecto

### 1.2.2. Instrumentos mecánicos

- Maquina Universal de Ensayos
- Cilindros de plástico
- Lupa

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Regla milimetrada
- Vernier
- Atacador
- Espátula
- Lijar al agua.

## 1.2. MATERIALES

- Útiles de escritorio
- Cementos de ionómero de vidrio Ionofil Molar
- Cementos de ionómero de vidrio Ketac Molar Easymix

## 2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

### 2.1. Ubicación espacial

- Laboratorio de Materiales de la Facultad de Mecánica de la UCSM

### 2.2. Ubicación temporal

- Mes de Marzo, Abril 2014.

### 2.3. Unidades de estudio

#### 2.3.1. Opción

Grupos

#### 2.3.2. Identificación de los grupos

Se trabajará con 2 grupos

- Grupo A: cilindros de cemento de ionómero Ionofil Molar
- Grupo B: cilindros de cemento de ionómero Ketac Molar Easymix

### 2.3.3. Control o Igualación de los grupos

#### a) Criterios de inclusión:

- Cilindros de 6mm de altura por 3mm de diámetro
- Cilindros sin porosidades o alteraciones en su superficie

#### b) Criterios de exclusión:

- Cilindros con porosidades, rajaduras o alteraciones en la superficie que puedan causar fallas en la experimentación

### 2.3.4. Asignación de Unidades de estudio a cada grupo

La asignación será no aleatoria, en base al material de cada grupo

### 2.3.5. Tamaño de los grupos

$$n = \frac{[Z\alpha\sqrt{2P(1-P)} + Z\beta\sqrt{P1(1-P1) + P2(1-P2)}]^2}{(P1 - P2)^2}$$

Datos

$Z\alpha$ : 1.96 cuando el error  $\alpha$  es de 0.05

$Z\beta$ : 0.842 cuando el error de  $\beta$  es de 0.20

$P1$  (proporción esperada para el segmento A) tomado de los antecedentes investigativos

$P1$ : 0.95

P2 (proporción esperada para el segmento B) tomado de los antecedentes investigativos

$$P2: 0.60$$

P1-P2 (diferencia esperada)

$$P1-P2 = 0.35$$

$$P = \frac{P1+P2}{2} = \frac{0.95+0.60}{2} = 0.775$$

REEMPLAZANDO

$$n = \frac{[1.96\sqrt{(2)0.775(1-0.775)} + 0.842\sqrt{0.95(1-0.95) + 0.60(1-0.60)}]^2}{0.35^2}$$

$$n = 17$$

### 2.3.6. Formalización de los grupos

GRUPO	NUMERO
A	17
B	17

## 3. PROCEDIMIENTO

### 3.1. Preparación de las Unidades de Estudio

Para obtener las unidades de estudio se procedió a rellenar los cilindros de plástico con los cementos objetos de la investigación. El grupo A (ionómero de vidrio Ionofil Molar), se mezcló polvo-líquido según las instrucciones

del fabricante (una porción de líquido/ una porción de polvo) procediendo a rellenar uno a uno los cilindros, 17 muestras. Y el grupo B (ionómero de vidrio Ketac Molar Easymix) se mezcló polvo-líquido según las instrucciones del fabricante (una porción de líquido/ una porción de polvo), procediendo a llenar uno a uno los cilindros, 17 muestras.

### **3.2. Prueba de Resistencia Mecánica a la Compresión**

La resistencia a la compresión fue medida con la Máquina Universal de Ensayos. La cual realiza distintos tipos de ensayos para el análisis de las propiedades mecánicas y de torsión de diferentes materiales. Es automática y está conectada a una computadora donde se programan los movimientos y cálculos que se deseen ejecutar.

## **4. Recursos**

### **4.1. Recursos humanos**

Investigador: Randy Jhesua Núñez Fernández

Asesor: Dr. Víctor Rene Núñez Chávez

### **4.2. Recursos económicos**

Propios del investigador

### **4.3. Recursos físicos**

Disponibilidad de ambiente e infraestructura del Laboratorio de Materiales del Programa Profesional de Ingeniería Mecánica de la UCSM

### **4.4. Recursos institucionales**

Universidad Católica de Santa María

## 5. ESTRATEGIA DE RECOLECCION DE DATOS

### 5.1. Preparación de las unidades de estudio

Grupos de Estudio: se conformación 2 grupos, A y B.

### 5.2. Organización

Luego de haber sido aprobado el plan de tesis se procedió a rotular cada grupo y se solicitó la autorización para el uso del laboratorio de la Facultad de Mecánica de la UCSM

## 6. ESTRATEGIA PARA MANEJAR RESULTADOS

### 6.1. Nivel de Sistematización

#### Tipo de Procesamiento

Para el procesamiento de los datos se procedió a tabular los datos recogidos, para luego ordenarlos en una matriz de sistematización de datos, para su posterior análisis estadístico.

Tabulación: Se emplearon cuadros de tabulación de frecuencias de simple y doble entrada, tabla de estadísticos, se utilizó nivel de significancia del 99%.

Se realizó la prueba estadística del T de Student para la comparación de grupos independientes.

La significación se estableció en base a:

$p < 0.01$  = diferencia altamente significativa.

$p < 0.05$  = diferencia significativa.

$p > 0.05$  diferencia no significativa.

Graficación: Se emplean gráficos de barras para comparación.

## 6.2 Estudio de los Datos

La estrategia asumió la siguiente metodología:

- Jerarquización de los datos
- Apreciación crítica

## 6.3. Nivel de conclusión

Se realizó conclusiones de acuerdo a la hipótesis y objetivos planteados en el trabajo de investigación.

## 6.4. Nivel de Recomendaciones

- Forma  
Se estableció sugerencias en base a los resultados y a las conclusiones del trabajo de investigación.
- Orientación  
A nivel de formación profesional.  
A nivel de ejercicio profesional.  
A nivel de la línea de investigación.  
A nivel de la aplicación práctica.

## RESULTADOS

**TABLA N°. 1**

**RESUMEN ESTADISTICO PARA LA RESISTENCIA MECANICA DEL  
IONOMERO DE VIDRIO DE RESTAURACION DE AUTOCURADO IONOFIL  
MOLAR**

ESTADISTICOS		RESISTENCIA MECANICA IONOFIL MOLAR
Media		30,7835
Mediana		26,5300
Moda		20,96
Desviación estándar		11,97853
Mínimo		20,50
Máximo		60,17
Percentiles	25	21,2700
	50	26,5300
	75	39,4500
Tamaño		17
Coeficiente de variación		38.91%

FUENTE: Matriz de Datos propia del Autor.

La tabla N°. 1, se muestra que el promedio de la resistencia mecánica encontrada con el Ionómero de Restauración de autocurado Ionofil Molar fue de 30,7835 MPa, así mismo se encontró una fuerza mecánica mínima de 20,50 MPa y una fuerza máxima de 60,17 MPa. En cuanto a la variabilidad se encontró una variación de 11,97853 MPa y variabilidad propia de las unidades de estudio de 38,91%.

### GRAFICO N°. 1

#### RESISTENCIA MECANICA DEL IONOMERO DE VIDRIO DE RESTAURACION DE AUTOCURADO IONOFIL MOLAR



FUENTE: Matriz de Datos propia del Autor.

**TABLA N°. 2**

**RESUMEN ESTADISTICO PARA LA RESISTENCIA MECANICA DEL  
IONOMERO DE VIDRIO DE RESTAURACION DEAUTOCURADO KETAC  
MOLAR EASYMIX**

ESTADISTICOS		RESISTENCIA MECANICA KETAC MOLAR
Media		41,1100
Mediana		35,8400
Moda		33,95
Desviación estándar		12,37420
Mínimo		16,98
Máximo		66,13
Percentiles	25	33,9500
	50	35,8400
	75	51,7900
Tamaño		17
		30,10%
Coeficiente de variación		

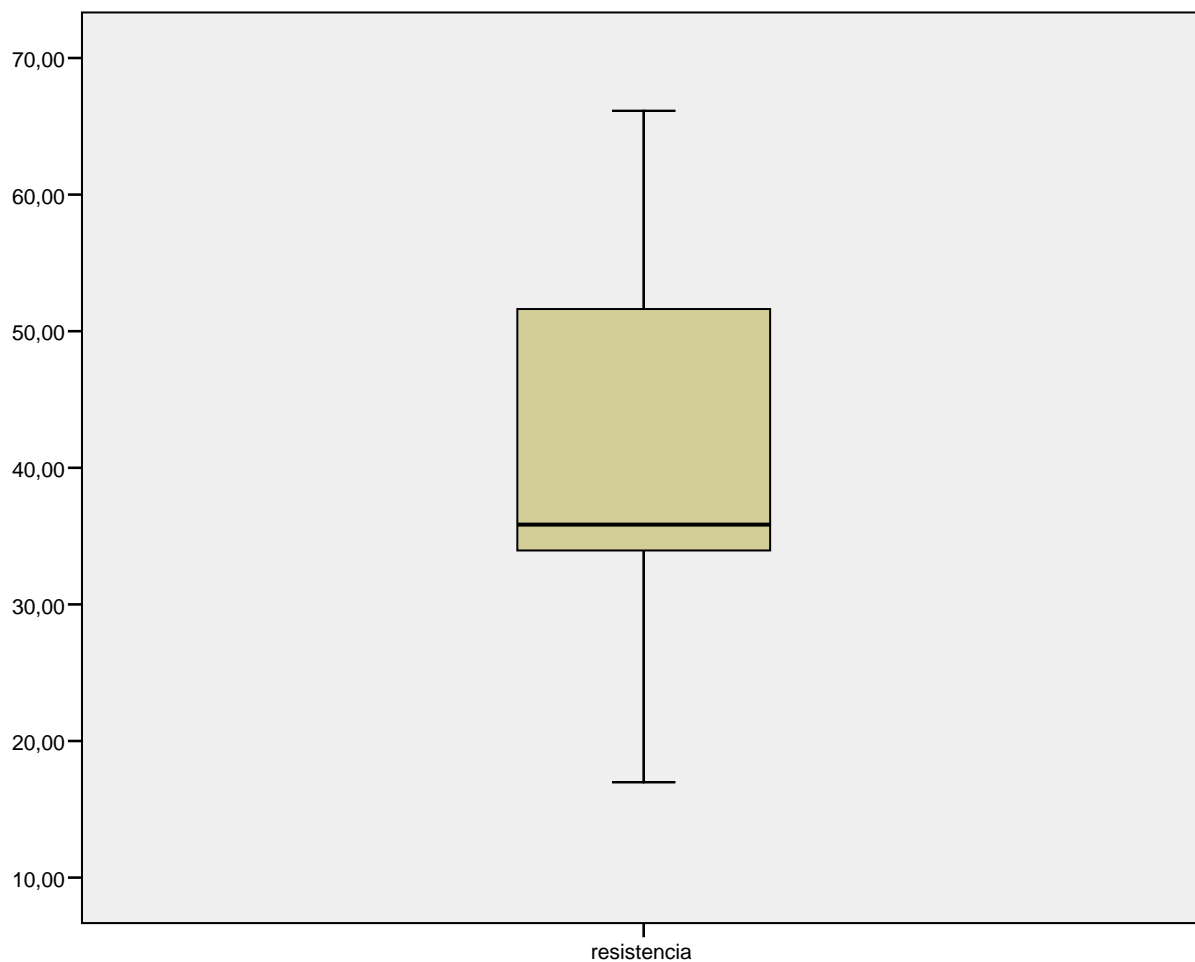
FUENTE: Matriz de Datos propia del Autor.

La tabla N°. 2, se muestra que el promedio de la resistencia mecánica encontrada con el Ionómero de Restauración de autocurado de cemento Ketac Molar Easymix fue de 41,11 MPa, así mismo se encontró una fuerza mecánica mínima de 16,98 MPa y una fuerza máxima de 66,13 MPa.

En cuanto a la variabilidad se encontró una variación de 12,37420 MPa y variabilidad propia de las unidades de estudio de 30,10%.

## GRAFICO N°. 2

### RESISTENCIA MECANICA DEL IONOMERO DE VIDRIO DE RESTAURACION DEAUTOCURADO KETAC MOLAR EASYMIX



FUENTE: Matriz de Datos propia del Autor.



**TABLA N° 3**

**COMPARACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DE LOS IONOMEROS DE VIDRIO DE RESTAURACION DE AUTOCURADO IONOFIL MOLAR Y KETAC MOLAR EASYMIX**

Estadísticos	IONOFIL MOLAR	KETAC MOLAR
Media	30,7835	41,1100
Desviación estándar	11,97853	12,37420
Mínimo	20,50	16,98
Máximo	60,17	66,13
Total	17	17

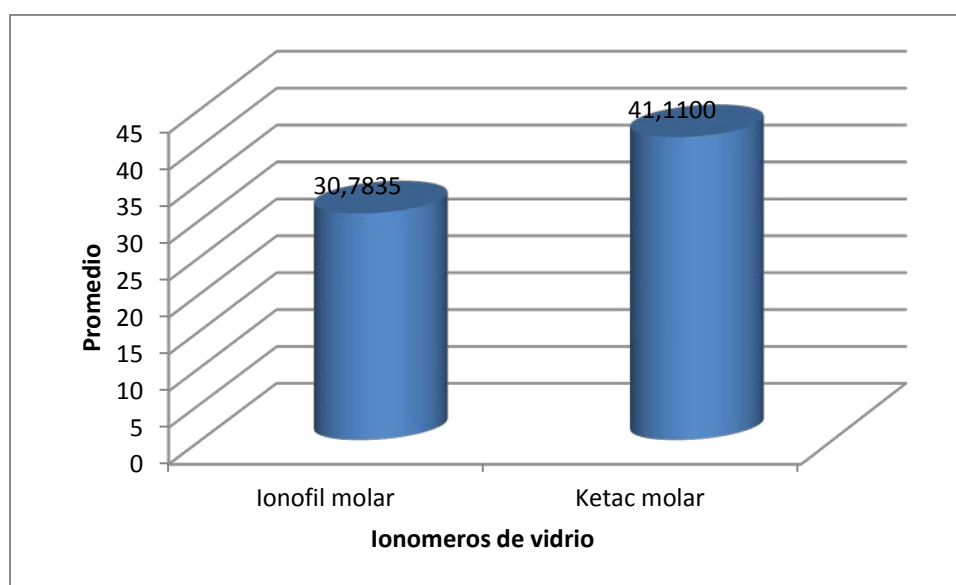
t=2.47 P<0.05

La tabla N° 3, según la prueba de T de Student para muestras independientes (t=2.47) se muestra que la resistencia mecánica del Ionómero de Vidrio de Restauración Ionofil Molar y Ketac Molar presentó diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

Asimismo se muestra que el promedio de la resistencia mecánica del Ionómero de vidrio Ionofil Molar fue 30,7835 MPa frente a la resistencia promedio de 41,1100 MPa de la resistencia mecánica del Ionómero de vidrio Ketac Molar Easymix.

### GRAFICO N°. 3

#### COMPARACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DE LOS IONOMEROS DE VIDRIO DE RESTAURACION DE AUTOCURADO IONOFIL MOLAR Y KETAC MOLAR EASYMIX



FUENTE: Matriz de Datos propia del Autor.

## DISCUSION

La investigación de las propiedades y ventajas que nos ofrecen los materiales que más usamos en la práctica clínica nos permite elegir y predecir su comportamiento y excelencia en el medio bucal, teniendo en cuenta que estos materiales no van a funcionar en condiciones estáticas, sino que van a estar expuestas a cargas oclusales dadas por la masticación.

En esta investigación se ha encontrado que la diferencia en la resistencia mecánica entre IONOFIL MOLAR y KETAC MOLAR EASYMIX es altamente significativa

Esto implica que con KETAC MOLAR EASYMIX se obtiene la mayor resistencia mecánica a la compresión ya que se obtuvo con un promedio de 41.11 MPa y con IONOFIL MOLAR el promedio fue menor con 30.78 MPa, por lo que se obtuvo 10.33 MPa más en la resistencia mecánica a la compresión con KETAC MOLAR EASYMIX.

Este resultado se muestra cuando se realiza la categorización ya que con KETAC MOLAR EASYMIX el 100% tiene Muy Buena resistencia mecánica a la compresión, más no así con IONOFIL MOLAR con el cual se obtiene 75% de Buena resistencia mecánica a la compresión.

Otro hallazgo realizado en la investigación, es la diferencia entre la contracción que sufren los materiales desde la preparación hasta que llegan a su punto final de polimerización, sufriendo el ionómero de vidrio Ionofil Molar mayor contracción que el ionómero de vidrio Ketac Molar Easymix.

## CONCLUSIONES

Primera:

El valor promedio de la resistencia mecánica a la compresión del cemento de ionómero de vidrio autopolimerizable KETAC MOLAR EASYMIX es de 41.11 MPa con un máximo de 66.13 MPa y un valor mínimo de 16.98 MPa, y el valor promedio de la resistencia mecánica a la compresión del cemento de ionómero de vidrio autopolimerizable IONOFIL MOLAR es de 30.78 MPa con un máximo de 60.17 MPa y un valor mínimo de 20.50 MPa.

Segunda:

Existe diferencia significativa entre la resistencia mecánica a la compresión de estos materiales, siendo el ionómero de vidrio autopolimerizable KETAC MOLAR EASYMIX más resistente que el cemento de ionómero de vidrio autopolimerizable IONOFIL MOLAR.

Tercera:

Siendo la prueba estadística T de Student  $T_o = 2.47$   $P < 0.05$ , obtenemos una diferencia altamente significativa entre las resistencias a la compresión de los dos cementos de ionómero de vidrio autopolimerizables KETAC MOLAR EASYMIX y IONOFIL MOLAR, con un nivel de confianza del 99%.

## RECOMENDACIONES

Primera:

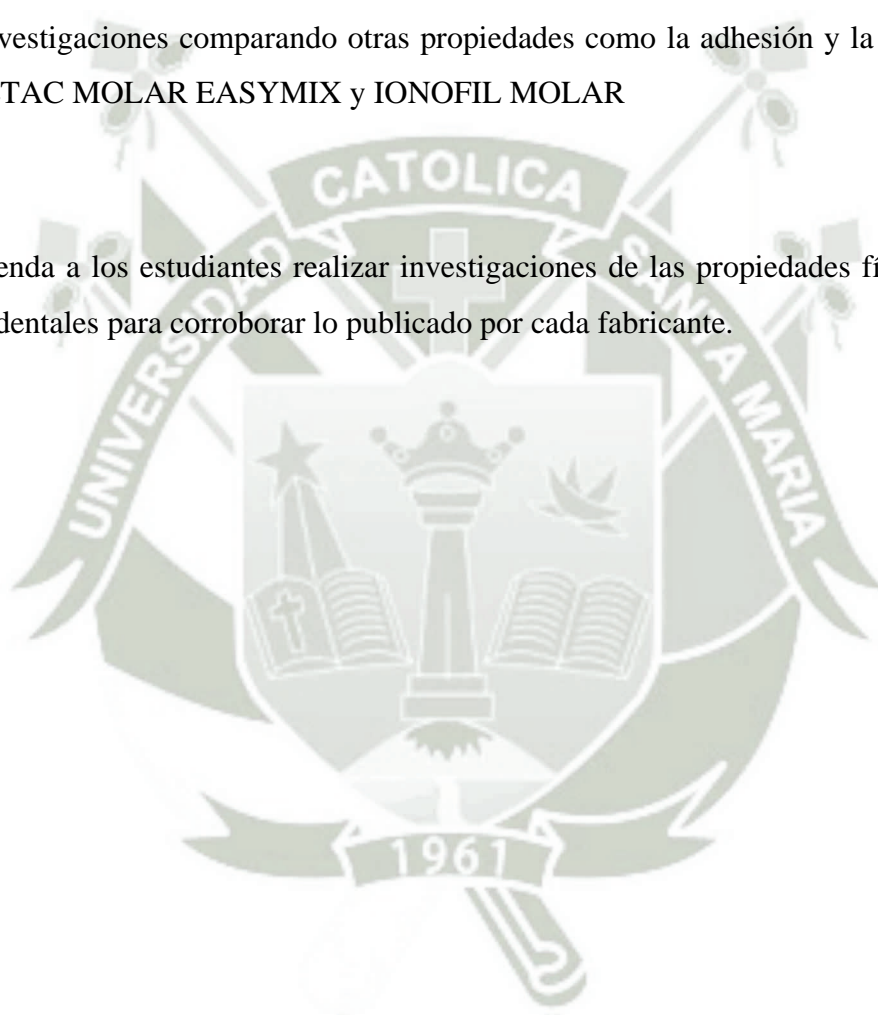
Se recomienda el empleo de ionómero de vidrio autopolimerizable KETAC MOLAR EASYMIX por su alta resistencia compresiva.

Segunda:

Realizar investigaciones comparando otras propiedades como la adhesión y la contracción entre el KETAC MOLAR EASYMIX y IONOFIL MOLAR

Tercera:

Se recomienda a los estudiantes realizar investigaciones de las propiedades físicas de los materiales dentales para corroborar lo publicado por cada fabricante.



## BIBLIOGRAFIA

- Alves Cardoso, Rielson José, “*Estética Odontológica Nueva Generación*” Sao Paulo Brasil 2003.
- Barrancos Mooney Julio, Barrancos Patricio. *Operatoria dental: integración clínica*, 4 Edición Edit. Panamericana Argentina 2006.
- Conceição Nocchi, *Odontología Restauradora Salud y estética*. 2 Edición Buenos Aires Edit. Medica Panamericana 2008.
- Cora Natera, José Luis “*Biomateriales Dentales*” Colombia 2004.
- Craig, Robert G. “*Materiales en Odontología Restauradora*” Madrid 1998.
- Groover, Mikell P. *Fundamentos de Manufactura Moderna Materiales Procesos y Sistemás*. Edit. Raela Maes. 1º edición. Naucalpan de Juárez, Estado de México. 1997.
- Kenneth J. Anusavice *Phillips Ciencia de los Materiales Dentales*, 11 Edición. Edit. Elsevier, España 2004.
- Macchi Ricardo L. *Materiales Dentales*, 4 Edición Edit. Panamericana Argentina 2007.
- Mondelli José, “*Fundamentos de Odontología Restauradora*” Brasil 2009.
- Phillips, Ralph W. “*La Ciencia de los Materiales Dentales de Skinner*” México 1976.
- Vega Del Barrio, José María “*Materiales en Odontología, Fundamentos Biológicos, Clínicos, Biofísicos y Físico-químicos*” Madrid 1996.

## HEMEROGRAFIA

- Brest Javier Paucar Montesinos *Resistencia mecánica a la compresión de dos cementos de ionómero de vidrio autopolimerizables Ketac Molar y Fuji IX*, Arequipa, 2007.
- Claudia Alejandra Concha Llerena *Resistencia mecánica a la compresión de dos cementos de ionómero de vidrio fotopolimerizable Kavitan®lc y Vitremer TM*. Arequipa 2010.
- Hidalgo JJ, Azabal M, Terrón F, Baños JL, Vega JM. *Estudio de la resistencia a la fractura por compresión de un compómero, un cemento de ionómero de vidrio convencional y una resina compuesta sometidos a un proceso de envejecimiento artificial* Madrid-España, 2000
- Mitra Sumita B, Kedrowski Brant L. *Ionómeros de vidrio, propiedades mecánicas a largo plazo* USA 1997.
- Rafael Solans Buxeda<sup>1</sup>, Cecilia Farran Minguella<sup>2</sup>, Carlos Canalda Sahli. *Estudio comparativo in vitro del patrón de fractura de un cermet y dos cementos de ionómero de vidrio híbridos* Barcelona.
- Yngrid Joanna Manrique Córdova *Resistencia Mecánica a la compresión de los materiales cemento Portland modificado resinoso y el ionómero de vidrio Ketac Molar TM*. Arequipa 2011.

## INFORMATOGRAFIA

- [http://www.voco.es/es/products/\\_products/voco\\_ionofil\\_molar/Folleto\\_ES\\_Gize\\_20111012.pdf](http://www.voco.es/es/products/_products/voco_ionofil_molar/Folleto_ES_Gize_20111012.pdf)
- [http://www.voco.es/es/products/\\_products/voco\\_ionofil\\_molar/index.html](http://www.voco.es/es/products/_products/voco_ionofil_molar/index.html)
- [http://solutions.3m.com.pe/wps/portal/3M/es\\_PE/3MESPE\\_LA/dental-professionals/productos/productos-por-categoria/ionomeros-de-vidrio/ketac-molar-easymix/](http://solutions.3m.com.pe/wps/portal/3M/es_PE/3MESPE_LA/dental-professionals/productos/productos-por-categoria/ionomeros-de-vidrio/ketac-molar-easymix/)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa\\_de\\_materiales#Propiedades\\_mec.C3.A1nicas](http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa_de_materiales#Propiedades_mec.C3.A1nicas)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia\\_de\\_materiales](http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_de_materiales)



## ANEXOS

### ➤ Maquina Universal de Ensayos



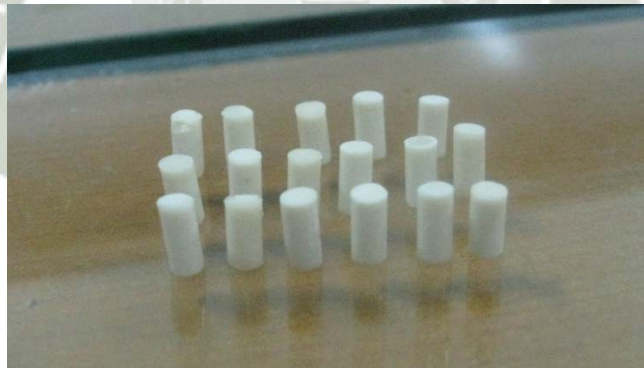
### ➤ Cemento de ionómero de Vidrio Ketac Molar Easymix



➤ **Cemento de ionómero de vidrio Ionofil Molar**



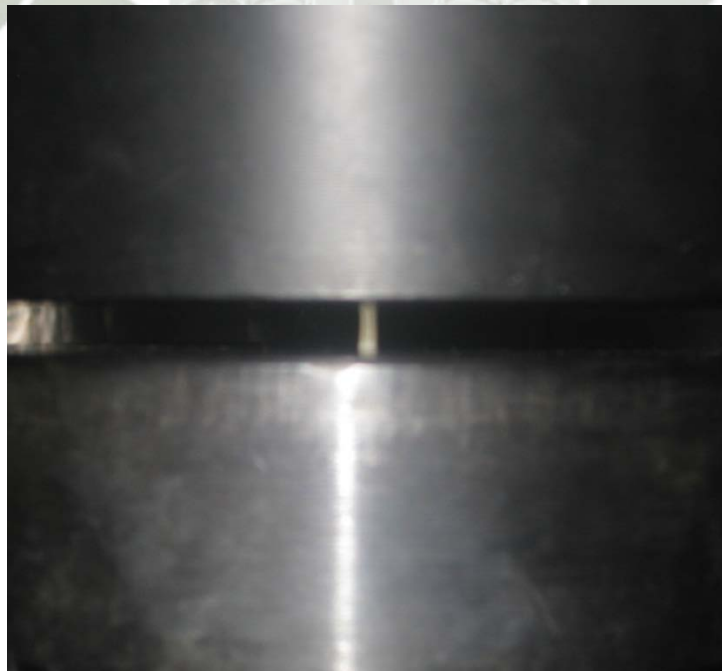
➤ **Probetas de ambos ionómeros listos para ser sometidos a la fuerza de compresión**



- **Probeta en el platillo listo para la prueba de compresión**



- **Momento de la compresión y fractura de la probeta**



➤ Matriz de Datos del Ionómero de Vidrio Ketac Molar Easymix

Resina	Probeta	Longitud (mm)	Diametro (mm)	Carga (KN)	Resistencia (MPa)
KETAC MOLAR	1	6.18	3.05	0.42	57.49
	2	6.16	3.00	0.24	33.95
	3	6.21	3.01	0.18	25.30
	4	6.19	3.00	0.24	33.95
	5	6.00	2.95	0.30	43.89
	6	6.25	3.04	0.48	66.13
	7	6.03	2.94	0.24	35.35
	8	5.92	2.92	0.24	35.84
	9	6.06	2.98	0.36	51.62
	10	5.99	3.08	0.36	48.32
	11	6.18	3.02	0.24	33.50
	12	6.20	2.96	0.24	34.88
	13	6.29	3.04	0.30	41.33
	14	5.88	3.00	0.12	16.98
	15	5.69	2.94	0.36	53.03
	16	5.70	2.94	0.24	35.35
	17	5.80	2.97	0.36	51.96



➤ **Matriz de Datos del Ionómero de Vidrio Ionofil Molar**

Resina	Probeta	Longitud (mm)	Diametro (mm)	Carga (KN)	Resistencia (MPa)
IONOFIL MOLAR	1	5.64	2.84	0.30	47.36
	2	5.90	2.68	0.12	21.27
	3	5.70	2.70	0.12	20.96
	4	5.85	2.76	0.36	60.17
	5	5.95	2.63	0.12	22.09
	6	5.62	2.71	0.18	31.21
	7	5.92	2.60	0.12	22.60
	8	5.94	2.73	0.12	20.50
	9	5.83	2.55	0.24	46.99
	10	5.86	2.70	0.12	20.96
	11	5.85	2.68	0.12	21.27
	12	5.77	2.50	0.18	36.67
	13	5.90	2.40	0.12	26.53
	14	5.88	2.67	0.12	21.43
	15	5.94	2.77	0.18	29.87
	16	5.91	2.69	0.24	42.23
	17	5.65	2.71	0.18	31.21



➤ **Modelo de la ficha laboratorial**

**FICHA LABORATORIAL**

- IONOMERO DE VIDRIO IONOFIL MOLAR
- IONOMERO DE VIDRIO KETAC MOLAR EASYMIX

MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
	KN	N	MPa
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			