



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGIA**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ENTRE UNA RESINA CON  
TÉCNICA INCREMENTAL FILTEK™ Z350 XT DE 3M ESPE Y  
UNA MONOINCREMENTAL FILTEK™ BULK FILL DE 3M ESPE  
ESTUDIO IN VITRO, AREQUIPA, 2017.**

Tesis presentada por el Bachiller:  
DIEGO DASHIELL GUERRA MIDOLO  
para optar el Título Profesional de  
Cirujano Dentista

AREQUIPA – PERÚ  
2017

## DEDICATORIA

Esta tesis la dedico con todo mi cariño y amor para mis padres Raúl Guerra Álvarez y Carmen Midolo Arredondo que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

A esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado, a mi hermana Gabriela Guerra Midolo por su apoyo y cariño, a mis tíos Fanny Guerra Álvarez, Ariel Guerra Álvarez y Julio Monroy Quispe, que siempre estuvieron ahí para darme palabras de aliento y apoyo incondicional.

Como un padre siempre te he visto Rodolfo Guerra Castelo y como una madre también Betty Álvarez Monge, gracias a su sabiduría influyeron en mi la madurez para lograr todos los objetivos en la vida, es para ustedes esta tesis en agradecimiento por todo su amor.

A Grace por tu paciencia y comprensión, a mis amigos y compañeros con todo mi cariño esta tesis se las dedico a todos ustedes.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis maestros que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.

Esta Tesis se ha llevado a cabo gracias a la inestimable dirección, coordinación y continuo apoyo de los doctores Huber Salinas Pinto , Pedro Javier Gamero Oviedo y asesor de investigación Xavier Sacca Urday quienes siempre han estado a mi lado haciendo de esta tarea algo realmente formativo, interesante y, por supuesto, enriquecedor. Es imposible describir en unas breves palabras el grado de agradecimiento que siento hacia ellos, así como de admiración por su labor docente, investigadora y calidad humana. Ellos han estado siempre a mi lado, iniciándome en la investigación científica, resolviendo mis dudas, facilitando el acceso a datos, bibliografías, etc. y dedicando muchísimo de su tiempo libre en mi favor.

Gracias

## RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo realizar el análisis y evaluación de la resistencia a la compresión de dos resinas de nanorrelleno de la misma marca, una más nueva que la otra en el mercado y con técnicas de trabajo distintas, pues una, la FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE, utiliza monoincrementos de 4mm a 5mm de profundidad, y la otra, la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE, utiliza una técnica incremental de 2mm.

Para llevar a cabo el trabajo se confeccionaron 10 muestras para cada resina, de 8mm de alto y 4mm de diámetro, las cuales fueron hechas en un cilindro de acero para facilitar su ejecución y tener muestras lo más parecidas entre sí. Los cilindros fueron polimerizadas según las indicaciones del fabricante y luego pulidas, con la finalidad de tener un área lo más uniforme posible para someterlas al ensayo de compresión en la máquina universal, los resultados fueron obtenidos en Megapascales (MPa).

Este trabajo de investigación es de tipo experimental y con diseño comparativo, laboratorial, transversal y prospectivo. Para la recolección de datos se utilizó la técnica de observación y como instrumento se elaboró una ficha de observación, donde se registró la información obtenida.

Los resultados demostraron que la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE con técnica incremental obtuvo mayor resistencia a la compresión (214.61 MPa) que la FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE (196.17 MPa), siendo estas diferencias estadísticamente significativas, coligiendo que la primera resina fue mejor que la segunda.

### **PALABRAS CLAVE:**

Resistencia a la compresión, Incremental, Monoincremental. Resinas.

## **ABSTRACT**

The present research had the objective of analyzing and evaluating the compressive strength of two resins of nanorillene of the same brand, one newer than the other in the market and with different working techniques, since one, the FILTEK™ BULK FILL of 3M ESPE, uses monoincrements of 4mm to 5mm of depth, and the other, the resin FILTEK™ Z350 XT of 3M ESPE, uses an incremental technique of 2mm.

To carry out the work, 10 samples were made for each resin, 8mm high and 4mm in diameter, which were made in a steel cylinder to facilitate its execution and to have samples that were similar to each other. The cylinders were polymerized according to the manufacturer's instructions and then polished in order to have an area as uniform as possible to be subjected to the compression test in the universal machine, the results were obtained in Megapascals (MPa).

This research work is of experimental type and with comparative, laboratory, transverse and prospective design. For the data collection, the observation technique was used and as an instrument an observation sheet was created, where the information obtained was recorded.

The results showed that the 3M ESPE FILTEK™ Z350 XT resin with incremental technique obtained higher compressive strength (214.61 MPa) than the FILTEK™ BULK FILL of 3M ESPE (196.17 MPa), these differences being statistically significant, assuming that the first Resin was better than the second.

### **KEYWORDS:**

Resistance to compression, Incremental, Monoincremental. Resins.

# ÍNDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCION..... 1**

## **CAPÍTULO I PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1-DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA..... 3

1.2-FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 4

1.3-OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 4

1.4-JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... 5

1.4.1-IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN..... 6

1.4.2-VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN..... 6

1.5-LIMITACIONES DEL ESTUDIO..... 7

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

2.1-ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS..... 8

2.2-BASES TEÓRICAS..... 11

1.-Resinas Compuestas..... 11

1.1-Conceptos..... 11

1.2- Composición..... 11

1.3- Clasificación..... 12

1.4- Propiedades de las resinas compuestas..... 21

2.-Polimerización.....	24
2.1-Concepto.....	24
2.2-Fotopolimerización.....	25
2.3- Técnicas de fotoactivación.....	28
3.- Compresión.....	30
3.1- Ensayo de compresión.....	30
3.2-Resistencia a la compresión.....	30
3.3- Método de resistencia compresiva.....	33
2.3. DEFINICION DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	34

### **CAPÍTULO III HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1-FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS PRINCIPAL Y DERIVADAS.....	35
3.2-VARIABLES DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL.....	35

### **CAPÍTULO IV METODOLOGÍA**

4.1-DISEÑO METODOLÓGICO.....	37
4.2-DISEÑO MUESTRAL.....	37
4.3-TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	39
4.4-TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	40
4.5-TÉCNICAS ESTADÍSTICAS UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	41

## **CAPITULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

5.1-ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	42
5.2-ANÁLISIS INFERENCIAL.....	52
5.3-COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	53
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>63</b>

TABLA N° 5 Comparación de la resistencia a la compresión de los cilindros de resina entre los grupos de estudio.....	50
TABLA N° 6 : Prueba T de student para comparar la resistencia a la compresión entre los grupos de estudio.....	52

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

GRÁFICO N° 1 Comparación de la altura de los cilindros de resina entre los grupos de estudio.....	43
GRÁFICO N° 2 Comparación del diámetro de los cilindros de resina entre los grupos de estudio.....	45
GRÁFICO N° 3 Comparación del área de los cilindros de resina entre los grupos de estudio.....	47



GRÁFICO N° 4 Comparación de la fuerza máxima de los cilindros de resina entre los grupos de estudio.....	49
GRÁFICO N° 5 Comparación de la resistencia a la Compresión de los cilindros de resina entre los grupos de estudio.....	51

## INTRODUCCIÓN

Desde la década de los 60's, cuando Bowen a partir de monómeros Bis-GMA mejoró las propiedades físicas y mecánicas de las resinas acrílicas, se han presentado numerosos estudios que han aportado al desarrollo de diferentes tipos de resinas compuestas, convirtiéndose éste, en uno de los principales objetos de estudio en materiales dentales, intentando día a día mejorar sus características físicas, tanto estéticas como mecánicas, tratando de controlar factores adversos como su contracción de polimerización, inherente a su naturaleza química. Las resinas compuestas son una buena respuesta para la necesidad operatoria estética de los pacientes en la actualidad, pero su adecuado uso en el sector posterior implica adecuadas propiedades mecánicas y manejo de la contracción de polimerización.

Es así como la casa 3M ESPE desarrolló un nuevo sistema de restauración para el sector posterior llamado FILTEK™ BULK FILL, se encuentran pocos reportes en la literatura reciente sobre la comparación de las propiedades de esta resina, teniendo mayores novedades para el trabajo clínico como monoincrementos de 4mm y 5mm, menor contracción, menor estrés y por lo tanto reduce el tiempo clínico en el consultorio.

Las causas fundamentales de las fallas de las resinas compuestas indicadas para restauraciones posteriores son la sensibilidad post-operatoria causada como consecuencia del mal manejo de la contracción al polimerizar, microfiltración por deficiencias en el proceso adhesivo, la baja resistencia al desgaste, que trae consigo la pérdida de la forma anatómica bajo la atrición en el proceso masticatorio, fractura de los márgenes y dentro del cuerpo de la restauración, y dificultad en el pulido y brillado. El contenido, tamaño y distribución de las partículas de relleno tienen gran influencia en las propiedades físico-mecánicas de estos materiales. La fracción en volumen de los rellenos y el porcentaje de carga en las resinas está relacionado con la resistencia a la compresión.

Esta resina ofrece muchas ventajas pero tiene la carga de material de relleno inorgánico de aproximadamente 76.5% por peso (58.4% por volumen) para poder aumentar su translucidez, y poder llegar a polimerizar hasta 5mm de

altura, esto nos lleva a investigar la propiedad de resistencia a la compresión ya que está ligada al relleno inorgánico.

Se busca un material cuyas propiedades mecánicas sean similares a las de la estructura dental para poder garantizar una restauración que responda a las necesidades físicas del sistema estomatognático, añadiendo además, la importancia de la biocompatibilidad y la estética, temas cuya importancia se ha multiplicado en los últimos años y que requiere evaluación investigativa constante de los materiales de reciente lanzamiento en el mercado.

El presente estudio quiere medir la resistencia a la compresión de FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE y compararla con FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE, para poder valorar su comportamiento frente a los esfuerzos a los que puede estar sometida una restauración sobretodo en dientes posteriores analizar su comportamiento mecánico.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### **1.1-DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA:**

En la actualidad, debido a la gran demanda funcional y estética por parte del paciente que acude a un servicio de atención odontológica, las resinas compuestas o composites se han transformado en uno de los materiales dentales más utilizados para la confección de restauraciones directas. Además de ser utilizadas como material de restauración directo, las resinas compuestas son utilizadas como sellantes, agentes cementantes, pernos para prótesis fija, elementos ortodónticos, y material para restauraciones indirectas tales como inlays, onlays y coronas.

En cuanto a su composición, corresponden a un material trifásico que ha ido evolucionando significativamente en los últimos 50 años, estando constituidos por una fase inorgánica (reellenos), fase orgánica (molécula monomérica) y una fase de acoplamiento o agente de unión bifuncional. A través del tiempo, han sido modificados con distintos materiales con el objetivo de mejorar sus propiedades mecánicas, ópticas, de pulido, adaptación y sellado marginal de la restauración, entre otros.

Las propiedades mecánicas de los materiales de restauración son un factor crucial en el comportamiento clínico. La resistencia al desgaste, flexural y a la compresión son propiedades mecánicas que están relacionadas directamente con la composición de cada material. Por ello, con la evolución de los materiales, los fracasos han sido reportados y analizados ampliamente con el fin de crear el material ideal, se observó que las causas más frecuentes para el recambio por fracaso de una restauración directa con resina compuesta son la fractura y microfiltración marginal. Estas son las principales causas de fracaso de restauraciones directas con resina compuesta.

La fractura de la resina compuesta por las fuerzas oclusales es un problema que se encuentra, frecuentemente, en los pacientes. Esto se debe a que, en la masticación, específicamente en el sector posterior, las fuerzas son de

compresión. Éstas, registradas mediante tensómetros y sistemas de telemetría, oscilan entre 200 y 3500N.

Desde la creación del polímero Bis-GMA, en 1963, por Bowen, la resina compuesta ha tenido variaciones en su composición con el fin de mejorar y adaptar las propiedades. Además, debe cumplir ciertos requisitos como compatibilidad biológica, propiedades físicas, fácil manipulación, propiedades estéticas y estabilidad química en la cavidad oral. Los principales tipos de resina compuestas utilizadas, en la actualidad, son las micropartículas, híbridas, microhíbridas, nanopartículas y nanohíbridas.

Por lo tanto, el presente estudio tiene como finalidad comparar la resistencia a la compresión de las resinas compuestas FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE y FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE queremos estudiarlas, ya que esta resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE es reciente y tiene en el mercado muy poco tiempo, además que esta resina tiene ligeras modificaciones en su composición y nos permite usar una técnica de trabajo monoincremental de un solo paso además que se indica para dientes posteriores los cuales reciben grandes fuerzas compresivas por esto se decidió hacer un importante estudio para aclarar dudas sobre esta propiedad mecánica de las resinas comparándola con una resina compuesta que esta mas estudiada y es una de las más usadas en la actualidad la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE .

### **1.2-FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:**

¿Existirá diferencia en la resistencia compresiva entre la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE y la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE?

### **1.3-OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:**

Determinar la resistencia a la compresión de la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE con técnica incremental.

Determinar la resistencia a la compresión de la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE con técnica monoincremental.

Comparar la resistencia a la compresión entre las resinas FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE con técnica incremental y FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE con técnica monoincremental.

#### **1.4-JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:**

Las resinas Bulk Fill es una material nuevo, con poco tiempo en el mercado por lo tanto no se ha estudiado su rendimiento clínico y sus propiedades en comparación a otras resinas compuestas, esta resina nos ofrece al reducir el tiempo de trabajo y monoincrementos de 4mm de un solo paso y un solo tiempo de polimerización ofrece, muchas ventajas las cuales deben ser estudiadas y comparadas con otras resinas muy usadas en los consultorios odontológicos como la FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE.

La nueva composición y porcentaje de relleno afecta a la resistencia a la compresión ya que estas resinas FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE son indicadas el sector posterior y están expuestas a altas fuerzas de masticación.

Las resinas deben ser duraderas y deben tener ciertas propiedades que les permitan resistir estas fuerzas durante el tiempo ya que en la masticación se producen fuerzas continuas, y las resinas no solo deben ofrecernos facilidad de trabajo al operador, si no también durabilidad en boca para el paciente.

Se debe estudiar esta propiedad para saber si hay diferencia en sus propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión comparándola con la resina convencional FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE que tiene mayor tiempo en el mercado y se aplica clínicamente de forma incremental de 2mm, es una de las resinas más usadas y que mejores resultados ofrece hasta la actualidad.

#### **1.4.1-IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:**

El estudio de la resistencia a la compresión tiene como importancia principal informar sobre la cantidad de presión que puede resistir un material, en este caso la resina odontológica, la cual está siempre expuesta a fuerzas oclusales de diversos tipos, este conocimiento o información es útil, ya que la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE al ser una resina de técnica monoincremental y de corto tiempo clínico es muy llamativa y al ser reciente en el mercado no se ha estudiado estas propiedades tan importantes , este trabajo quiere estudiar esta propiedad para brindar información, para su mejor utilización en los consultorios, y ofrecer más seguridad al usarla como indica el fabricante.

#### **1.4.2-VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN:**

La presente investigación es viable porque se cuenta con los recursos necesarios para su ejecución, como se muestra a continuación:

##### **-A. HUMANOS:**

**-INVESTIGADOR** : Bach. Diego Dashiell Guerra Midolo.

**-ASESOR DIRECTOR** : Mg. Huber Salinas Pinto.

##### **-B. FINANCIEROS:**

La presente investigación fue financiada, en su totalidad, por el investigador.

##### **-C. MATERIALES:**

- ✓ Resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE.
- ✓ Resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE.
- ✓ Discos Tipo SofLex (TDV Praxis)
- ✓ Tope de goma para lima de endodoncia.
- ✓ Campo de trabajo.
- ✓ Guantes de látex.

- ✓ Lapicero indeleble.
- ✓ Barbijos.

#### **-D. EQUIPOS :**

- ✓ LED de fotocurado LED.D Woodpecker.
- ✓ Máquina universal de ensayos.
- ✓ Molde maestro de acero.
- ✓ Calibrador tipo Vernier Litz®.
- ✓ Micromotor eléctrico.
- ✓ Radiometro.

#### **-E. INSTRUMENTAL:**

- ✓ Espátula para resina.
- ✓ Atacador de resina.
- ✓ Mandril.
- ✓ Platina de vidrio.
- ✓ Cubre Objetos (Placas de vidrio para microscopio).
- ✓ Sonda periodontal.

#### **D. INSTITUCIONALES:**

- ✓ Universidad Alas Peruanas - Filial Arequipa.
- ✓ Laboratorio H.T.L. especializado en ensayos mecánicos de materiales.

### **1.5-LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

El trabajo no tiene limitaciones puesto que es un estudio experimental, laboratorial in vitro, es decir, no hay factores externos que puedan alterar o modificar los procesos a ejecutarse, porque estos están totalmente controlados, sin embargo, algunos límites se establecieron en el diseño muestral, específicamente en los criterios de inclusión y exclusión.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1-ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN:

##### -ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

Veiga de Melo Marco Aurélio. INFLUENCIA DE LAS UNIDADES DE CURADO LED Y LUZ HALÓGENA SOBRE LA RESISTENCIA COMPRESIVA DE LAS RESINAS COMPUESTAS. Brazil. 2006. Por los resultados obtenidos puede concluirse de que las resinas fotopolimerizadas por luz halógena presentaron los mejores resultados de resistencia a compresión con excepción de la resina compuesta Tetric Ceram <sup>1</sup>.

García Desales Amir- Kogan Frenk Enrique – Gutiérrez Valdez Dulce. ESTUDIO COMPARATIVO LN-VITRO DE FUERZAS COMPRESIVAS DE CUATRO MATERIALES RESINOSOS PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE MUÑONES DENTALES. Mexico. 2015. Con SonicFill y Biscore hubo más muestras que se deformaron sin fracturarse. El SonicFill registro valores más altos al momento de la fractura, siendo el material con mayor resistencia compresiva <sup>2</sup>.

Vélez Cuenca Tatiana Maricela. RESISTENCIA DE LA RESINA CONVENCIONAL (NANOHÍBRIDA) Y RESINA BULK-FILL A LA FRACTURA CON TÉCNICAS INCREMENTAL Y MONOINCREMENTAL. Ecuador. 2016. Al comparar la resistencia a la fractura de la resina convencional (nanohíbrida) entre técnica incremental y técnica monoincremental el mayor valor de resistencia fue el de la técnica incremental. Cuando comparamos la resistencia a la fractura de la resina Bulk-Fill la técnica incremental y la técnica monoincremental nos dieron valores similares <sup>3</sup>.

Botto Gonzales Ignacio. ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA Y LA DUREZA SUPERFICIAL DE UN SISTEMA DE RESINA COMPUESTA MONOINCREMENTAL (SONICFILL™) Y UNO CONVENCIONAL (HERCULITE® PRECIS). Chile. 2013. En cuanto a dureza superficial, Sonicfill™ cumple con la norma internacional que establece que en la profundidad debe tener al menos un 80% de dureza que la obtenida en la superficie externa. La hipótesis planteada al inicio de dicho estudio no es válida ya que si existen diferencias significativas en la resistencia compresiva y dureza superficial lograda entre el sistema Sonicfill™ y Herculite® Precis<sup>4</sup>.

**- ANTECEDENTES NACIONALES:**

Kanashiro Mesarina, Naoki Franco. COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS TE-ECONOM PLUS®, TETRIC N-CERAM® Y TETRIC N-CERAM BULK FILL®. Perú. 2016. Se comparó in vitro la resistencia a la compresión de las resinas compuesta Te-Econom Plus® (microhíbrida), Tetric N- Ceram® (nanohíbrida) y Tetric N- Ceram Bulk Fill® (nanohíbrida), así como se encontró una diferencia significativa. La resina compuesta que presentó una mayor resistencia a la compresión fue la nanohíbrida Tetric N- Ceram®<sup>5</sup>.

Parra Sáez Renato Oliver. RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESIÓN DE INCRUSTACIONES INLAY DE ADORO CEMENTADAS CON CEMENTO DUAL DE RESINA COMPUESTA Y CEMENTO DUAL DE RESINA COMPUESTA AUTOGRABANTE. Perú. 2012. Se determinó que las incrustaciones del cerómero Adoro cementadas con CRCA tiene mayor resistencia a la fuerza de compresión 736,7 Mpa. respecto a las cementadas con CRC 679,9 Mpa<sup>6</sup>.

**- ANTECEDENTES LOCALES:**

Hinojosa Vilchez Kevin Mijaíl. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA, ENTRE RESTAURACIONES INDIRECTAS DE RESINA MICRO HIBRIDAS DE FOTOPOLIMERIZADO Y DE RESINA MICRO HIBRIDAS DE FOTOPOLIMERIZADO SOMETIDAS AL CALOR. Las restauraciones indirectas de resina compuesta microhíbridas de fotopolimerizado aumentaron su resistencia compresiva hasta en un 60.6% respecto a las restauraciones de resina sin tratamiento térmico. Al ser sometidas a calor seco a través de un horno eléctrico, a una temperatura de 120°C durante 7 minutos después de la fotopolimerización, aumentó el porcentaje de conversión polimérica de dicho material mejorando así, la resistencia compresiva hasta en un valor máximo de 239.6148 Mpa<sup>7</sup>.

## **2.2. BASES TEÓRICAS:**

### **1. RESINAS COMPUESTAS**

#### **1.1. CONCEPTO**

Las resinas compuestas o composites, son materiales sintéticos compuestos por moléculas de elementos variados. Estas moléculas suelen formar estructuras muy resistentes y livianas, son utilizadas desde mediados del siglo XX en varios campos: Aeronáutica, ingeniería civil, ingeniería naval, odontología, fabricación de prótesis. Se utilizan en odontología en la restauración de dientes, está se adhiere micromecánicamente a la superficie del diente. Y están formadas por un componente orgánico polimérico llamado matriz y un componente inorgánico mineral o relleno <sup>8</sup>.

#### **1.2. COMPOSICIÓN**

##### **1.2.1. Matriz orgánica**

En primer lugar un sistema de monómeros mono, di- o trifuncionales, siendo el Bis-GMA el monómero más usado.(Ferracane JL, 1995) Debido a la alta viscosidad del Bis-GMA, a esta se ha agregado otros dimetacrilatos, como TEGDMA, UDMA u otros monómeros, para darle la viscosidad adecuada <sup>9</sup>.

##### **1.2.2. Iniciadores**

Un sistema iniciador de la polimerización de los radicales libres, que en las resinas compuestas fotopolimerizables es una alfa-dicetona (canforquinona); cuyo espectro de absorción está en un rango de longitud de onda entre 450 y 500 nm, siendo su pico de absorción o sensibilidad los 470nm <sup>9</sup>.

##### **1.2.3. Estabilizadores**

Estabilizadores o inhibidores, como el éter monometílico de hidroquinona, para maximizar la durabilidad del producto durante

el almacenamiento antes de la polimerización y su estabilidad química tras la misma<sup>9</sup>.

#### 1.2.4. **Relleno inorgánico**

Existe una gran variedad de partículas de relleno empleadas en función de su composición química, morfología y dimensiones. Los modernos sistemas de resina compuesta tienen rellenos como cuarzo, sílice coloidal y vidrio de sílice con contenido de bario, estroncio y zirconio<sup>9</sup>.

#### 1.2.5. **Agente de unión**

Permite una fuerte unión covalente entre los rellenos inorgánicos y la matriz orgánica. Esto se logra mediante el bañado de los rellenos con el agente de unión silano, 3-metacriloxipropiltrimetoxysilano<sup>9</sup>.

### 1.3. CLASIFICACIÓN

#### 1.3.1. **SEGÚN EL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS**

##### 1.3.1.1. **Resinas de macrorelleno o convencionales**

Tienen partículas de relleno con un tamaño promedio entre 10 y 50  $\mu\text{m}$ . Este tipo de resinas fue muy utilizada, sin embargo, sus desventajas justifican su desuso. Su desempeño clínico es deficiente y el acabado superficial es pobre, visto que hay un desgaste preferencial de matriz resinosa, propiciando la prominencia de grandes partículas de relleno las cuales son más resistentes. Además, la rugosidad influencia el poco brillo superficial y produce una mayor susceptibilidad a la pigmentación. Los rellenos más utilizados en este tipo de resinas fueron el cuarzo y el vidrio de estroncio o bario. El relleno de cuarzo tiene buena estética y durabilidad pero carece de

radiopacidad y produce un alto desgaste al diente antagonista. El vidrio de estroncio o bario son radiopacos pero desafortunadamente son menos estables que el cuarzo <sup>10</sup>.

#### 1.3.1.2. **Resinas de microrelleno**

Estas contienen relleno de sílice coloidal con un tamaño de partícula entre 0.01 y 0.05  $\mu\text{m}$  Clínicamente estas resinas se comportan mejor en la región anterior, donde las ondas y la tensión masticatoria son relativamente pequeñas, proporcionan un alto pulimento y brillo superficial, confiriendo alta estética a la restauración. Entre tanto, cuando se aplican en la región posterior muestran algunas desventajas, debido a sus inferiores propiedades mecánicas y físicas, ya que, presentan mayor porcentaje de sorción acuosa, alto coeficiente de expansión térmica y menor módulo de elasticidad <sup>10</sup>.

#### 1.3.1.3. **Resinas híbridas**

Se denominan así por estar reforzados por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje en peso de 60% o más, con tamaños de partículas que oscilan entre 0,6 y 1  $\mu\text{m}$ , incorporando sílice coloidal con tamaño de 0,04  $\mu\text{m}$ . Corresponden a la gran mayoría de los materiales compuestos actualmente aplicados al campo de la Odontología. Los aspectos que caracterizan a estos materiales son: disponer de gran variedad de colores y capacidad de mimetización con la estructura dental, menor contracción de polimerización, baja sorción acuosa, excelentes características de pulido y texturización, abrasión, desgaste y coeficiente de expansión térmica muy similar al experimentado por las

estructuras dentarias, fórmulas de uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia <sup>10</sup>.

#### 1.3.1.4. **Híbridos modernos**

Este tipo de resinas tienen un alto porcentaje de relleno de partículas sub-micrométricas (más del 60% en volumen). Su tamaño de partícula reducida (desde 0.4µm a 1.0µm), unido al porcentaje de relleno provee una óptima resistencia al desgaste y otras propiedades mecánicas adecuadas <sup>10</sup>.

#### 1.3.1.5. **Resinas de nanorelleno**

Este tipo de resinas son un desarrollo reciente, contienen partículas con tamaños menores a 10 nm este relleno se dispone de forma individual o agrupados en "nanoclusters" o nanoagregados de aproximadamente 75 nm. El uso de la nanotecnología en las resinas compuestas ofrecen alta translucidez, pulido superior, similar a las resinas de microrelleno pero manteniendo propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas <sup>10</sup>. Aquí se encuentra la resina que vamos a estudiar llamada FILTEK™Z350 XT de 3M ESPE la resina contiene bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA. Para controlar la contracción una porción de TEGDMA fue remplazada por una porción de TMPEGDMA en el material restaurador Los materiales de relleno son una combinación de relleno de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nm, de relleno de zirconio no aglomerado/no agregado de 4 a 11 nm, y un relleno clúster agregado de zirconio/sílice (partículas de sílice de 20nm y de zirconio de 4 a 11 nm). Los colores para

dentina, 3 esmalte y cuerpo (DEB) tienen un tamaño promedio de las partículas del clúster de 0.6 a 10 4 micrones. Los colores translúcidos (T) tienen un tamaño promedio de las partículas del clúster de 0.6 a 20 micrones. La carga de relleno inorgánico es aproximadamente de 72.5% por peso (55.6% por volumen) para los colores translúcidos y 78.5% por peso (63.3% por volumen) para el resto de colores <sup>29</sup>.

La resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE tiene una combinación de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nm, zirconia aglomerada/no agregada de 4 a 11 nm y un compuesto de zirconia/sílice agregados (constituido por partículas de sílice de 20 nm y partículas de zirconia de 4 a 11 nm), además de un material de relleno de trifloruro de iterbio en un aglomerado de partículas de 100 nm. La carga de material de relleno inorgánico es de aproximadamente 76.5% por peso (58.4% por volumen). Filtek™ Bulk Fill Resina para Posteriores contiene AUDMA, UDMA, y 1, 12-dodecanediol-DMA. Filtek™ Bulk Fill se aplica al diente después de usar un adhesivo dental con base de metacrilato, como los fabricados por 3M ESPE, que adhieren la restauración a la estructura dental de manera permanente. La resina para posteriores Filtek Bulk Fill está disponible en jeringas tradicionales <sup>14</sup>.



## 1.3.2. SEGÚN LA CANTIDAD DE RELLENO

### 1.3.2.1. Resinas compuestas de baja viscosidad o fluidas

Son resinas a las cuales se les ha disminuido el porcentaje de relleno inorgánico y se han agregado a la matriz de resina algunas sustancias o modificadores reológicos (diluyentes) para de esta forma tornarlas menos viscosa o fluida. Entre sus ventajas destaca: la alta capacidad de humectación de la superficie dental (asegurando la penetración en todas las irregularidades), porque tienen el potencial de fluir en pequeños socavados, puede formar espesores de capa mínimos, lo que previene el atrapamiento de burbujas de aire tiene una alta elasticidad o bajo módulo elástico (3,6 - 7,6 GPa), lo cual se ha demostrado que provee una capa elástica entre la dentina y el material restaurador que puede absorber la contracción de polimerización asegurando la continuidad en la superficie adhesiva y reduce la posibilidad de desalajo en áreas de concentración de estrés. Aunque este tipo de resinas posee una alta contracción de polimerización (4 a 7 %), su gran elasticidad es un factor que contrarresta el esfuerzo interfacial. Sin embargo, la radiopacidad de la mayoría de estos materiales es insuficiente, por lo que puede producir confusión a la hora de determinar caries recurrente. Algunas de las indicaciones para estos materiales son: restauraciones de clase V, abfracciones, restauraciones oclusales mínimas o bien como materiales de forro cavitario, un aspecto controvertido, ya que las resinas fluidas no satisfacen el principal propósito de los forros cavitarios como es la protección del complejo dentino-pulpar <sup>10</sup>.

### **1.3.2.2. Resinas compuestas de alta viscosidad, condensables, de cuerpo pesado, compactables o empacables**

Las resinas compuestas de alta densidad son resinas con un alto porcentaje de relleno. Este tipo de resinas han sido llamadas erróneamente "condensables". Sin embargo, ellas no se condensan ya que no disminuyen su volumen al compactarlas, sencillamente ofrecen una alta viscosidad que trata de imitar la técnica de colocación de las amalgamas. La consistencia de este tipo de materiales permite producir áreas de contacto más justos con la banda matriz que los logrados con los materiales de viscosidad estándar en restauraciones clase II. Para obtener esta característica, se desarrolló un compuesto denominado PRIMM (Polimeric Rigid Inorganic Matrix Material), formado por una resina Bis-GMA ó UDMA y un alto porcentaje de relleno de partículas irregulares (superior a un 80% en peso) de cerámica (Alúmina y Bióxido de Silicio). De esta forma se reduce la cantidad de matriz de resina aumentando su viscosidad y creando esta particular propiedad en su manejo, diferente a las resinas híbridas convencionales, ya que estas resinas son relativamente resistentes al desplazamiento durante la inserción. Su comportamiento físico-mecánico supera a las resinas híbridas, sin embargo, su comportamiento clínico es similar al de las resinas híbridas. Como principales inconvenientes destacan la difícil adaptación entre una capa de resina y otra, la dificultad de manipulación y la poca estética en los dientes anteriores. Un aspecto que se debe tomar en cuenta es la forma de polimerización, ya que se han obtenido mejores resultados con la técnica de polimerización retardada. Otro aspecto esencial para obtener mejores resultados es la utilización de una resina fluida como liner. La resina

fluida al poseer un bajo módulo de elasticidad, escurre mejor y por eso posibilita una mayor humectación, adaptación y funciona como un aliviador de tensión, compensando el estrés de contracción de polimerización de la resina "empacable" al ser colocadas sobre la resina fluida. Su principal indicación es la restauración de cavidades de clase I, II y VI <sup>10</sup>.

### **1.3.3. SEGÚN SU SISTEMA DE ACTIVACIÓN**

#### **1.3.3.1. Resinas compuestas de autocurado**

En el proceso de activación química, una amina terciaria aromática es quien activa la reacción de polimerización, que al actuar sobre el peróxido de benzoilo, permite la producción de radicales libres que reaccionarán sobre el monómero en el inicio del proceso, a temperatura ambiente <sup>11</sup>.

#### **1.3.3.2. Resinas compuestas de fotocurado**

Corresponde a los sistemas activados por luz visible, en estos sistemas una luz halógena, de longitud entre los 410 y 500 nm, activa a una  $\alpha$  - dicetona, la canforoquinona, que en presencia de una amina alifática, inicia la reacción de polimerización. En otras palabras, los fotones actúan sobre la canforoquinona, que reacciona liberando radicales libres, los que a su vez inician el proceso de polimerización del monómero presente. Las resinas compuestas foto activadas poseen numerosas ventajas en comparación a las resinas compuestas de auto polimerización, entre las cuales se puede mencionar la menor cantidad de monómero residual que se encuentra posterior al proceso de polimerización, un proceso de

polimerización más rápido, la capacidad que posee la luz de atravesar las estructuras dentarias, y proporcionar una mayor estabilidad de color <sup>11</sup>.

#### **1.3.3.3. Resinas compuestas de activación dual**

Corresponden a la combinación de distintos sistemas de polimerización, tales como calor–presión, luz – presión, calor – luz, o foto – auto polimerización, siendo esta última combinación la más utilizada hoy en día en las resinas compuestas destinadas a la fijación de estructuras indirectas en boca. Estas últimas corresponden a aquellas que reaccionan por fotoactivación en los sitios donde tiene acceso la luz, y donde no, de manera mediata, se inicia la reacción químicamente. Una vez se ha iniciado el proceso de fotocurado, continúa la reacción de polimerización en la porción no iluminada de la resina <sup>11</sup>.

#### **1.3.3.4. Resinas compuestas termoactivadas**

Son polímeros a base de polimetacrilato de metilo. Son las más usadas en odontología para base de prótesis, aunque no son óptimas, son usadas. Son plásticos derivados del etileno, que contienen un grupo vinilo. Las resinas acrílicas que más se utilizan en Odontología son las derivadas del ácido acrílico y del ácido metacrílico. De los esteres obtenidos de estos ácidos, unidos a diferente radicales (metilo, etilo, fenilo), se obtienen los monómeros de dichas resinas: Acrilato de metilo y metacrilato de metilo <sup>12</sup>.

### 1.3.4. SEGÚN SU TÉCNICA DE TRABAJO

#### 1.3.4.1. Técnica incremental

El uso de la técnica incremental, además de considerar el efecto del factor C, también busca generar una disminución del efecto de la contracción y producir una liberación de las tensiones residuales en el material. La técnica incremental se caracteriza por la construcción progresiva de la restauración, agregando pequeños incrementos menores a 2mm de grosor de material en capas sucesivas, los cuales se van fotoactivando de manera consecutiva, con el fin de disminuir la magnitud del efecto de la contracción de polimerización esta técnica es usada en la resina **FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE** <sup>13</sup>.

#### 1.3.4.2. Técnica monoincremental

La técnica es muy práctica y de un solo paso en la cavidad se debe compactar la resina en estos casos resinas bulk fill que permiten incrementos de 4mm hasta 5 mm en algunos casos para su uso hay que tener en cuenta que la resina **FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE** en cavidades de clase 1 el incremento tiene que ser de 4mm por el factor C muy desfavorable factor C5 ya que tenemos 5 paredes y se debe colocar la lámpara halógena 40 s con potencia de 550 a 1000 mw/cm<sup>2</sup> y con lámpara led con potencia de 1000 a 2000 mW/cm<sup>2</sup> 10 segundos.

Para las cavidades clase 2 son monoincrementos de 5mm pero se ocupan 3 sitios de polimerización con lámparas halógenas con potencia de 550 a 1000 mw/cm<sup>2</sup> 20 segundos oclusal, 20 lingual, 20

bucal con lámparas led de 1000 a 2000 mW/cm<sup>2</sup>  
10 segundos oclusal, 10 lingual y 10 por bucal <sup>14</sup>.

## **1.4. PROPIEDADES DE LAS RESINAS COMPUESTAS**

### **1.4.1. Resistencia al desgaste**

Es la capacidad que poseen las resinas compuestas de oponerse a la pérdida superficial, como consecuencia del roce con la estructura dental, el bolo alimenticio o elementos tales como cerdas de cepillos y palillos de dientes. Esta deficiencia no tiene efecto perjudicial inmediato pero lleva a la pérdida de la forma anatómica de las restauraciones disminuyendo la longevidad de las mismas. Esta propiedad depende del tamaño, la forma y el contenido de las partículas de relleno así como de la localización de la restauración en la arcada dental y las relaciones de contacto oclusales. Cuanto mayor sea el porcentaje de relleno, menor el tamaño y mayor la dureza de sus partículas, la resina tendrá menor abrasividad.

### **1.4.2. Textura superficial**

Se define la textura superficial como la uniformidad de la superficie del material de restauración, es decir, en las resinas compuestas la lisura superficial está relacionada en primer lugar con el tipo, tamaño y cantidad de las partículas de relleno y en segundo lugar con una técnica correcta de acabado y pulido. Una resina rugosa favorece la acumulación de placa bacteriana y puede ser un irritante mecánico especialmente en zonas próximas a los tejidos gingivales. En la fase de pulido de las restauraciones se logra una menor energía superficial, evitando la adhesión de placa bacteriana, se elimina la capa inhibida y de esta forma se prolonga en el tiempo la restauración de resina compuesta. Las resinas compuestas de nanorelleno proporcionan un alto brillo superficial <sup>15</sup>.

#### 1.4.3. **Coefficiente de expansión térmica**

Es la velocidad de cambio dimensional por unidad de cambio de temperatura. Cuanto más se aproxime el coeficiente de expansión térmica de la resina al coeficiente de expansión térmica de los tejidos dentarios, habrá menos probabilidades de formación de brechas marginales entre el diente y la restauración, al cambiar la temperatura. Un bajo coeficiente de expansión térmica está asociado a una mejor adaptación marginal. Las resinas compuestas tienen un coeficiente de expansión térmica unas tres veces mayor que la estructura dental, lo cual es significativo, ya que, las restauraciones pueden estar sometidas a temperaturas que van desde los 0° C hasta los 60° C <sup>15</sup>.

#### 1.4.4. **Sorción acuosa (adsorción y absorción) y expansión higroscópica**

Esta propiedad está relacionada con la cantidad de agua adsorbida por la superficie y absorbida por la masa de una resina en un tiempo y la expansión relacionada a esa sorción. La incorporación de agua en la resina, puede causar solubilidad de la matriz afectando negativamente las propiedades de la resina fenómeno conocido como degradación hidrolítica. Dado que la sorción es una propiedad de la fase orgánica, a mayor porcentaje de relleno, menor será la sorción de agua <sup>15</sup>.

#### 1.4.5. **Resistencia a la fractura**

Es la tensión necesaria para provocar una fractura (resistencia máxima). Las resinas compuestas presentan diferentes resistencias a la fractura y va a depender de la cantidad de relleno, las resinas compuestas de alta viscosidad tienen alta resistencia a la fractura debido a que absorben y distribuyen mejor el impacto de las fuerzas de masticación <sup>15</sup>.

#### 1.4.6. **Resistencia a la compresión y a la tracción**

Las resistencias a la compresión y a la tracción son muy similares a la dentina. Está relacionada con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor resistencia a la compresión y a la tracción <sup>15</sup>.

#### 1.4.7. **Módulo de elasticidad**

El módulo de elasticidad indica la rigidez de un material. Un material con un módulo de elasticidad elevado será más rígido; en cambio un material que tenga un módulo de elasticidad más bajo es más flexible. En las resinas compuestas esta propiedad igualmente se relaciona con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor módulo elástico <sup>15</sup>.

#### 1.4.8. **Estabilidad del color**

Las resinas compuestas sufren alteraciones de color debido a manchas superficiales y decoloración interna. Las manchas superficiales están relacionadas con la penetración de colorantes provenientes principalmente de alimentos y cigarrillo, que pigmentan la resina. La decoloración interna ocurre como resultado de un proceso de foto oxidación de algunos componentes de las resinas como las aminas terciarias. Es importante destacar que las resinas fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas <sup>15</sup>.

#### 1.4.9. **Radiopacidad**

Un requisito de los materiales de restauración de resina es la incorporación de elementos radio opacos, tales como, bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio y lantano, los cuales permiten interpretar con mayor facilidad a través de radiografías la presencia de caries alrededor o debajo de la restauración <sup>15</sup>.



## 2. POLIMERIZACIÓN

### 2.1 CONCEPTO

Se entiende como polimerización, a la conversión de oligómeros y monómeros a una matriz de polímeros que puede ser iniciada por diferentes medios para formar radicales libres que la inician. Cuando dos o más monómeros diferentes son polimerizados juntos, este material es conocido como un copolímero y sus propiedades físicas no solo estarán relacionadas a los monómeros, sino también a la unión entre ellos. Todos los sistemas de resinas en su conversión de monómero a polímero, pasan al menos por 4 etapas importantes:

- Activación.
- Iniciación.
- Propagación.
- Terminado.

La iniciación de la reacción, involucra la activación de un agente que se separa para formar un radical libre. Este radical libre es una molécula llevada a un nivel más alto de energía que puede conferirle este mismo estado a otra molécula por colisión. Cuando un radical libre se une con un carbón de unión doble en el monómero, el radical libre forma un par con uno de los electrones de la unión doble, convirtiendo al otro miembro del par del carbón en un nuevo radical libre que propiciará que la reacción continúe. El proceso de iniciación de la polimerización o la generación de radicales libres de una resina compuesta, puede llevarse a cabo en cuatro formas diferentes: <sup>16</sup>

- Calor.
- Química (autopolimerización).
- Luz UV.
- Por Luz Visible.

## 2.2 FOTOPOLIMERIZACIÓN

El proceso de fotopolimerización y en particular los protocolos de curado desarrollados en los últimos años, han tenido un papel relevante en el área de los materiales dentales; pero su uso, es muy variado y de gran éxito en distintas áreas de la ciencia y de la industria.

La lámpara de polimerización por luz es utilizada para activar a los fotoiniciadores en los materiales dentales restauradores para iniciar la polimerización del material.

Estos sistemas activados por luz, son actualmente los métodos de elección para polimerizar a las resinas compuestas cuando son colocadas directamente.

La calidad, el éxito y la longevidad de la mayoría de los procedimientos de los materiales dentales actuales, dependen en mucho del buen uso y de un funcionamiento adecuado de las unidades de fotopolimerización.

Para obtener resultados óptimos en la fotopolimerización de las resinas, es importante considerar siempre 3 factores y sobretodo adecuarlos al proceso clínico:

- 1.- Intensidad.
- 2.- Tiempo.
- 3.- Velocidad.

Además, también es importante considerar siempre, que existen otros factores que tienen impacto en el efecto por la luz, como:

- Características de absorción de luz del fotoiniciador.
- Emisión en longitud de onda de la fuente de luz.
- Intensidad de la Luz.
- Eficiencia del iniciador.
- Concentración del iniciador.
- Tiempo de exposición.

- Dispersión de la luz.
- Grosor del objeto a polimerizar.
- Viscosidad de la resina.
- Presencia de inhibidores (Oxígeno, BHT).
- Temperatura.

Y a los factores que afectan directamente a la polimerización del material, como:

- Tipo de relleno (tamaño y carga).
- Efectividad de transmisión de luz.
- Espesor del material.
- Color o valor del material.
- Limpieza de las puntas.
- Tiempo de exposición.
- Distancia de la punta de la lámpara.
- Intensidad de la luz.
- Calidad de la luz.

Uno de los más importantes y menos entendido de los componentes de las resinas compuestas, es el sistema fotoiniciador. Este sistema puede presentar uno o más componentes que van a convertir la energía de la luz de curado en especies que van a iniciar la reacción de polimerización.

La importancia de la luz para que exista una adecuada fotoactivación, va a requerir de una intensidad que puede ser variable y de la cual, su acción dependerá del tiempo de exposición para poder hacer que los fotones lleguen a todas las zonas del material de resina, buscando principalmente, que esta luz aporte suficientes fotones en una longitud de onda adecuada para generar una reacción química que provea a la resina de una buena polimerización.

En la mayoría de los materiales fotopolimerizables, esto va a ocurrir cuando los radicales libres reaccionen con las moléculas insaturadas del

componente resinoso. Existe un gran número de agentes fotosensibles. El más común de estos agentes utilizados en materiales dentales, es la Canforquinona (CQ), aunque últimamente algunos fabricantes de materiales dentales a base de resina, han utilizado otro tipo de fotoiniciadores como: 1-fenil-1,2-propandiona (PPD), TPO o Irgacure, porque tienen un rango menor en su fotoactivación (400-450 nm), de generalmente 410 nm.

Este interés de los fabricantes en buscar otro tipo de fotoiniciador para sustituir a la Canforquinona, se da principalmente en los productos que requieren mucha estética y es debido a que la Canforquinona puede dejar un tono amarillo en el material, aún después de haber reaccionado completamente.

Existen ciertos factores que son críticos para poder obtener una adecuada profundidad de curado en los materiales a base de resina, siendo de especial consideración. La concentración del iniciador, la capacidad de absorción de luz para su excitación a cierta longitud de onda, la intensidad de la luz a la longitud de onda de absorción del iniciador.

Además de considerar también, la presencia de una absorción competitiva de luz y de una aceptable dispersión de la luz en la composición de la matriz, que minimice la pérdida de luz y que permita su completa transmisión, aún a pesar de la presencia de pigmentos, colorantes, materiales de relleno y los productos derivados (bioproductos) propios de la reacción del iniciador.

Las características que pueden favorecer en el curado completo de una resina compuesta fotopolimerizable, son:

- Un iniciador con mínima, pero suficiente absorción de luz proveniente de la fuente de luz en una apropiada longitud de onda.
- Alta intensidad en la luz.

- Mínima concentración del iniciador.
- Mínima absorción competitiva de luz o baja dispersión de esta por la presencia de los rellenos, pigmentos o productos derivados <sup>16</sup>.

## **2.3 TÉCNICAS DE FOTOACTIVACIÓN**

### **2.3.1 Fotoactivación continua (convencional)**

Se refiere a la aplicación de luz por un período continuo con un valor de densidad de luz, como por ejemplo: 40s -600 mw /cm<sup>2</sup>. Esta técnica es la más conocida y más utilizada por profesionales del área, provee a la resina una rápida reacción de polimerización sin presencia de la fase pre gel, induciendo mayor tensión en la interface diente/ restauración y comprometiendo el sellado marginal <sup>17</sup>.

### **2.3.2 Fotoactivación gradual o (soft-start)**

En esta técnica la resina compuesta es inicialmente polimerizada con baja densidad de luz y en un corto período de tiempo.

Luego en seguida, se aplica una densidad de luz convencional por un mayor periodo de tiempo. Ejemplo: 20s -250 mw /cm<sup>2</sup>. Esta técnica permite prolongar la fase pre gel de la resina compuesta, y proporciona energía suficiente para un adecuado grado de conversión.

Demostraron que esta técnica puede reducir la magnitud de tensiones provenientes de la contracción de polimerización, y proporcionan una mejor adaptación marginal de las restauraciones con resina compuesta <sup>17</sup>.

### **2.3.3 Foto activación gradual exponencial o (rampa)**

En este método la luz es aplicada inicialmente en baja densidad y gradual es aumentada sobre el tiempo para una alta densidad de energía.

Ejemplo  $150\text{mw}/\text{cm}^2$  siendo aumentado a  $600\text{mw}/\text{cm}^2$  en 30s. Indica que este método proporciona a la resina una reacción de polimerización más lenta, reduciendo así las tensiones <sup>17</sup>.

### **2.3.4 Foto activación alto pulso de energía**

Hace referencia a los aparatos; Arco de plasma, Laser de Argon y algunas lámparas de luz halógena. Con la intención de polimerizar la resina rápidamente reduciendo el tiempo clínico de una confección.

El tiempo de polimerización varía de 3s, 10s, 20s de exposición, teniendo una potencia de energía de  $1000\text{-}2800\text{mw}/\text{cm}^2$ . Estos aparatos no fueron muy aceptados por los profesionales, por el alto costo y su mantención, además proporcionan una polimerización muy rápida lo cual es muy desfavorable para la interface diente restauración, condicionando un mayor índice de infiltración marginal <sup>17</sup>.

### **2.3.5 Fotoactivación discontinuó o pulso tardío**

Es la aplicación de luz en pulsos separados, con presencia de intervalo para prolongar el período pre gel de la resina fotopolimerizable.

Esta técnica aplica primero un pulso de energía con una densidad de potencia de  $150\text{-}200\text{mw}/\text{cm}^2$ , con un corto periodo de exposición (3 a 5 segundos), aguarda 3 minutos y enseguida, un alto pulso de energía  $500\text{-}600\text{mw}/\text{cm}^2$  es aplicado por 30-40s. Esta manera de polimerización facilita un mayor tiempo para maximizar la fase pre gel posibilitando mayor escurrimiento de las tensiones provenientes de la contracción de polimerización de las resinas fotopolimerizable <sup>17</sup>.

### **3. COMPRESIÓN**

La compresión puede ser un proceso físico o mecánico que consiste en someter a un cuerpo a la acción de dos fuerzas opuestas para que disminuya su volumen. Se conoce como esfuerzo de compresión al resultado de estas tensiones <sup>18</sup>.

#### **3.1. Ensayo de compresión**

Método para determinar el comportamiento de materiales bajo cargas aplastantes. La probeta se comprime y se registra la deformación con distintas cargas. El esfuerzo y la deformación de compresión se calculan y se trazan como un diagrama carga-deformación, utilizado para determinar la resistencia a la compresión <sup>19</sup>.

Mide la totalidad de las fuerzas interatómicas que existen en toda estructura que es sometida a tensión, con respecto al medio bucal la gran mayoría de las fuerzas masticatorias son compresivas, se vuelve importante en muchos casos evaluar los materiales bajo tensiones de compresión <sup>20</sup>.

En este tipo de prueba mecánica de fuerza de compresión es aplicada en una probeta para aproximar sus extremos, en las resinas compuestas, el formato de la probeta a ser analizado debe ser cilíndrico y la proporción de su longitud en relación a su diámetro debe 2:1 <sup>20</sup>.

La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de la probeta.

#### **3.2. Resistencia a la compresión**

Se entiende por resistencia compresiva a la medida máxima que un cuerpo puede soportar antes de fracturarse. La resistencia compresiva es una propiedad mecánica importante de las resinas debido a la gran carga masticatoria que deben soportar durante la masticación, es decir que tanto puede resistir la compresión hasta su punto de fractura, por

lo que lo ideal sería encontrar valores altos de compresión conforme avance la tecnología de relleno de las resinas <sup>19</sup>.

Se refiere cuando se sitúa un cuerpo bajo una carga que tiende a comprimirlo o acortarle longitudinalmente, la resistencia interna a dicha carga se denomina fuerza de compresión. Para calcular la fuerza de compresión se divide la fuerza aplicada sobre el área que recibe la tensión <sup>21</sup>,

La resistencia a la compresión de un material indica la fuerza necesaria para lograr la ruptura del cuerpo constituido por el material a estudiar, el valor de la fuerza necesaria para fracturar el cuerpo, es definida como carga máxima de ruptura compresiva en las resinas compuestas <sup>22</sup>.

Está en relación directa con la distribución del tamaño de las partículas, los rellenos de partículas pequeñas tienen una mayor área superficial la cual permite una mayor distribución de esfuerzos, por ello mientras mayor resistencia a la compresión exista de las partículas de relleno grandes, aumenta la concentración de esfuerzos, por lo que tienen una resistencia baja a la compresión.

Una fuerza que actúa sobre un cuerpo provoca dentro de él una reacción opuesta que se denomina tensión <sup>23</sup>.

Experimentalmente, se puede medir la tensión como el resultado de dividir la fuerza aplicada sobre un área de superficie por la dimensión de la superficie es así, que si las fuerzas tienden a comprimir o disminuir el tamaño de un cuerpo, el resultado se denomina fuerza de compresión <sup>23</sup>.

El máximo esfuerzo compresivo que resiste un composite antes de romperse oscila entre 235 y 260 Mpa para los compuestos convencionales y microrellenos y 360 a 400 MPa para los híbridos <sup>22</sup>.



La dentina tiene una similar resistencia a la compresión 297 MPa el esmalte 384 MPa la resistencia será mayor cuanto mayor sea el relleno. Sin embargo, las propiedades del esmalte varían algo con la posición sobre el diente ya que el esmalte de la cúspides es más resistente que el de los costados del diente, las propiedades también varía con la estructura histológica por ejemplo el esmalte es más resistente a la compresión en dirección paralela a los prismas del esmalte que en sentido perpendicular a ellos <sup>21</sup>.

Por otra parte las propiedades de la dentina son independientes de la estructura sin importar la dirección de su tensión <sup>21</sup>.

Por ello, se designa a aquella como una fuerza por unidad de superficie. La tensión se parece a la presión, debido a que ambas son representadas por la misma ecuación en que la variable es igual a fuerza entre superficie. Debido a que la resistencia interna no es tan practicable de ser medida, se opta por calcular las fuerzas externas en relación con la sección transversal que puede equivaler a la tensión. Por consiguiente, la unidad de tensión equivale a la unidad de fuerza (N) dividida por una unidad de superficie o de longitud al cuadrado, y se suele expresar como Pascal ( $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ ). Sin embargo, es frecuente encontrar la tensión en megapascales (MPa), por lo que  $1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$  <sup>24, 25</sup>.

La resistencia a la compresión es la capacidad de los materiales para soportar una fuerza de compresión uniaxial previa a la fractura, en la cual se mide la relación de la fuerza máxima de compresión que puede ser recibida por el material con el área de sección transversal inicial. En cuanto a la prueba de resistencia a la compresión, esta se realiza mediante la máquina de ensayo universal, en la cual se aplica una carga uniaxial con una velocidad determinada. El cuerpo de prueba confeccionado resiste la carga aplicada hasta el momento en que se produce la fractura. En este preciso instante, se registra la resistencia máxima de compresión que puede soportar el material. En el caso de

una pieza dental, el esmalte es la primera capa que se ve afectada por la aplicación de una fuerza. Esta se ve impactada en los puntos de contacto por la oclusión diaria. La fuerza masticatoria máxima registrada es de 4337N mantenida por 2 segundos. Sin embargo, las fuerzas registradas en la masticación, medidas con una tensiómetro y sistemas de telemetría, tienen una media de 756N. Estas fuerzas disminuyen según la ubicación de la pieza dental. En la primera molar y segunda molar, dichas fuerzas varían entre 400 a 890N. En cambio, en el área de premolares se encuentra entre 222 y 445N. En caninos varía entre 133 a 334N y en la región de incisivos se registran fuerzas entre 89 y 111N.

Por otro lado, cuando una pieza es restaurada con resina compuesta en la superficie oclusal, esta recibe la carga directamente en el material restaurador, la cual se ve desgastada o fracturada. Es decir, la resistencia a la compresión del material es dependiente de la carga oclusal y del tipo de resina que el profesional utilice <sup>26, 27, 28</sup>.

### **3.3. Método de resistencia compresiva**

La física nos dice que los cuerpos ante cargas opuestas se deforman y se rompen en un momento determinado. Estas deformaciones y rupturas no solo dependen de la naturaleza del biomaterial del cual se encuentran formados y de la carga aplicada, sino también de la forma del cuerpo a estudiar. Para evitar que el factor forma del cuerpo influya en los experimentos que miden cargas o tensiones y deformaciones, se ha estandarizado la forma y dimensiones de los cuerpos de prueba, llamadas también probetas de ensayo. Por lo general, son cuerpos cilíndricos, cuyo alto es el doble de su diámetro. Pensemos en una probeta confeccionada en una resina compuesta o composite, de 4mm de diámetro y 8mm de altura, a la que someteremos a una fuerza compresiva en una máquina de ensayo universal, que progresivamente ira aumentando la presión en sus extremos para que esta resina se rompa en una determinada carga de fuerza la cual será expuesta <sup>19</sup>.

### 2.3.- DEFINICION DE TÉRMINOS BÁSICOS:

- **Resinas Compuestas:** resinas compuestas o composites, son materiales sintéticos compuestos por moléculas de elementos variados. Estas moléculas suelen formar estructuras muy resistentes y livianas, son utilizadas desde mediados del siglo XX en varios campos: Aeronáutica, ingeniería civil, ingeniería naval, odontología, fabricación de prótesis.
- **Compresión:** es la resultante de las tensiones o presiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección.
- **Monoincremental :** palabra usada para describir la técnica que emplea un solo paso al empaquetar o colocar la resina en la cavidad preparada en este caso a la resina de tipo Bulk Fill.
- **Incremental:** palabra utilizada para describir la técnica convencional para el manejo de las resinas compuestas, al empacar la resina en la cavidad en varios bloques de 2mm.
- **Resistencia a la compresión:** esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1-FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS PRINCIPAL Y DERIVADAS:**

##### **A.-Hipótesis Principal:**

Es probable que la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE tenga mayor resistencia a la compresión que la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE.

##### **B.-Hipótesis Derivadas:**

Es probable que la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE tenga menor resistencia a la compresión que la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE.

Es probable que la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE tenga igual resistencia a la compresión que la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE.

#### **3.2-VARIABLES DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL:**

##### **A. Variables**

##### **A.1.Variables Principales:**

Resistencia a la compresión.

**B.-Definición operacional de variables:**

<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>NATURALEZA</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
Resistencia a la compresión	MPa	Cuantitativa	Razón

## CAPÍTULO IV

### METODOLOGÍA

#### 4.1-DISEÑO METODOLÓGICO:

##### A. Tipo de estudio:

La investigación corresponde al tipo **Experimental** in vitro, puesto que se manipuló la variable (fuerza de compresión) para obtener mediciones posteriores, además el trabajo se realizó en condiciones controladas dentro de un laboratorio.

##### B. Diseño de investigación

- ✓ De acuerdo a la temporalidad: el trabajo es **Transversal**, pues la variable se medirá una vez en la máquina universal de ensayos.
- ✓ De acuerdo al lugar donde se obtendrán los datos: es **Laboratorial**, dado que la recolección de datos se obtuvieron en un ambiente controlado, que fue el laboratorio.
- ✓ De acuerdo al momento de la recolección de datos: es **Prospectivo** porque se recolectaron los datos después de la planeación de la investigación.
- ✓ De acuerdo a la finalidad investigativa: el estudio es **Comparativo** porque precisaremos diferencias y/o semejanzas entre las resinas respecto a la variable de interés (fuerza a la compresión).

#### 4.2-DISEÑO MUESTRAL:

La población de estudio estuvo constituida por dos grupos de resinas compuestas, una de FILTEK™Z350 XT de 3M ESPE y la otra de FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE.

Para la presente investigación se utilizó una muestra, cuyo tamaño está determinado por la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z\alpha^2 \cdot p \cdot q}{E^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra.

Z $\alpha$  = Nivel de confianza = 95% --- (1.96)

P = Probabilidad de que ocurra el fenómeno = (98%)

Q = Probabilidad de que el fenómeno no ocurra = 100-p (2%)

E = Error muestral = (10%)

Reemplazado:

$$n = \frac{(1.96)^2 (98) (2)}{10^2} \quad n = 7.52$$

$$n = 8$$

Entonces, de acuerdo a la fórmula, se necesitaron 8 unidades de estudio para cada grupo de trabajo, sin embargo, dado que se tenía disponibilidad de recursos, este valor se incrementó hasta 10.

Entonces la muestra estuvo constituida por 20 cilindros de resina de 4mm de diámetro y 8mm de longitud, elaborándose 10 muestras de Resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE con técnica monoincremental y 10 muestras de FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE técnica incremental. Así mismo, estas muestras tenían que reunir los criterios de selección planteados:

#### **-Criterios de inclusión**

- ✓ Resina de la marca FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE.
- ✓ Resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE.
- ✓ Resina de color A2.
- ✓ Muestras con dimensiones adecuadas.
- ✓

#### **-Criterios de exclusión**

- ✓ Muestras sin pulir.
- ✓ Muestras con errores de confección.

#### **4.3-TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:**

**-Técnicas:** la técnica utilizada en esta investigación fue la Observación, porque el registro de los datos se hizo con la ayuda de instrumentos mecánicos, como el ensayo de compresión.

**-Instrumentos:** se utilizó una ficha de observación, la cual se diseñó exclusivamente para el presente trabajo. (Anexo Nro. 1)

#### **-Procesamiento para la recolección de datos:**

Se confeccionó una matriz de acero con la ayuda de un torno, la cual tenía 3 partes móviles, la superior consta de una estructura cilíndrica de 3.7cm de alto, 2.7 cm de diámetro y en el centro un agujero de 4mm de diámetro. En la parte media, un aro de acero de 2.7cm de diámetro y 8mm de alto y en el centro un agujero de 4mm de diámetro y en la parte baja consta de un círculo de acero de 2.7 cm de diámetro y de 1cm de alto, que tiene como diferencia de las demás partes una barra de acero de 4mm de diámetro y 3.7cm de alto en la parte central, que pasa por los agujeros de la parte media y superior.

Al estar unidas las tres partes, la barra en el cilindro superior nos da un espacio de 8mm de alto y 4mm de diámetro, donde se realizaron las muestras, una vez realizadas se desmontaron y se quitó el anillo medio que mide 8mm de altura y se unieron las dos partes restantes la parte baja y superior, la cual hará que la barra ocupe el espacio de la muestra y la expulse hacia afuera con facilidad.

Se hicieron 10 muestras de resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE colocando la resina en el molde primero 4mm técnica monoincremental que fueron medidas con una sonda periodontal y compactadas con un



atacador de resina, luego polimerizadas 40 segundos con una lámpara led Woopecker de 800nw de potencia, después se añadió los otros 4mm de resina, se compactó y se polimerizó 40 segundos como indica el fabricante, colocando una placa de vidrio para uniformizar la superficie, de inmediato se extrajo la muestra y se procedió medir las muestras con el Vernier, luego pasaron a pulirse las superficies con 4 diferentes discos tipo SofLex (TDV) de diferentes granos, 5 segundos por disco, a 10mil/rpm.

Luego, se hicieron 10 muestras de la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE colocando la resina en el molde con la técnica incremental, se colocó 2mm de resina, se midió con una sonda periodontal y se compactó con un atacador de resina, luego se polimerizó 20 segundos por cada 2mm, como indica el fabricante hasta llegar a los 8mm, se colocó una platina para alisar la superficie en la última capa de resina, se extrajo la muestra y se procedió medir las muestras con el Vernier, para luego pulirlas por 5 segundos por cada disco, con 4 discos tipo SofLex (TDV) de diferentes granos, a la velocidad de 10mil/rpm.

Finalmente, los dos grupos fueron llevados a una máquina universal de ensayos, donde se sometieron al ensayo de compresión a una velocidad de compresión de 1mm por minuto, la maquina tiene una presión de 5100 Newtons, posteriormente se compararon los resultados de compresión según la técnica de trabajo utilizada.

#### **4.4 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN:**

Los datos una vez obtenidos se tabularon en una hoja de cálculo Excel, a partir de esta se procesó los datos. La presentación de resultados se llevó a cabo a través de la presentación de tablas, de simple y de doble entrada, y gráficos, de barras.

#### **4.5.TECNICAS ESTADISTICAS UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Para demostrar si hay o no diferencias entre ambos grupos de estudio respecto a la resistencia a la compresión, se utilizó la prueba estadística T de Student a un nivel de confianza de 95% (0.05). Cabe resaltar que todo el proceso estadístico se realizó con la ayuda de software EPI – INFO versión 6.0.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

#### 5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

**TABLA N° 1**  
**COMPARACIÓN DE LA ALTURA DE LOS CILINDROS DE RESINA ENTRE**  
**LOS GRUPOS DE ESTUDIO**

Altura	Grupo de Estudio	
	Z350 XT	Bulk Fill
Media Arimética (Promedio)	8.17	8.22
Desviación Estándar	0.03	0.06
Valor Mínimo	8.14	8.12
Valor Máximo	8.25	8.30
Total	10	10

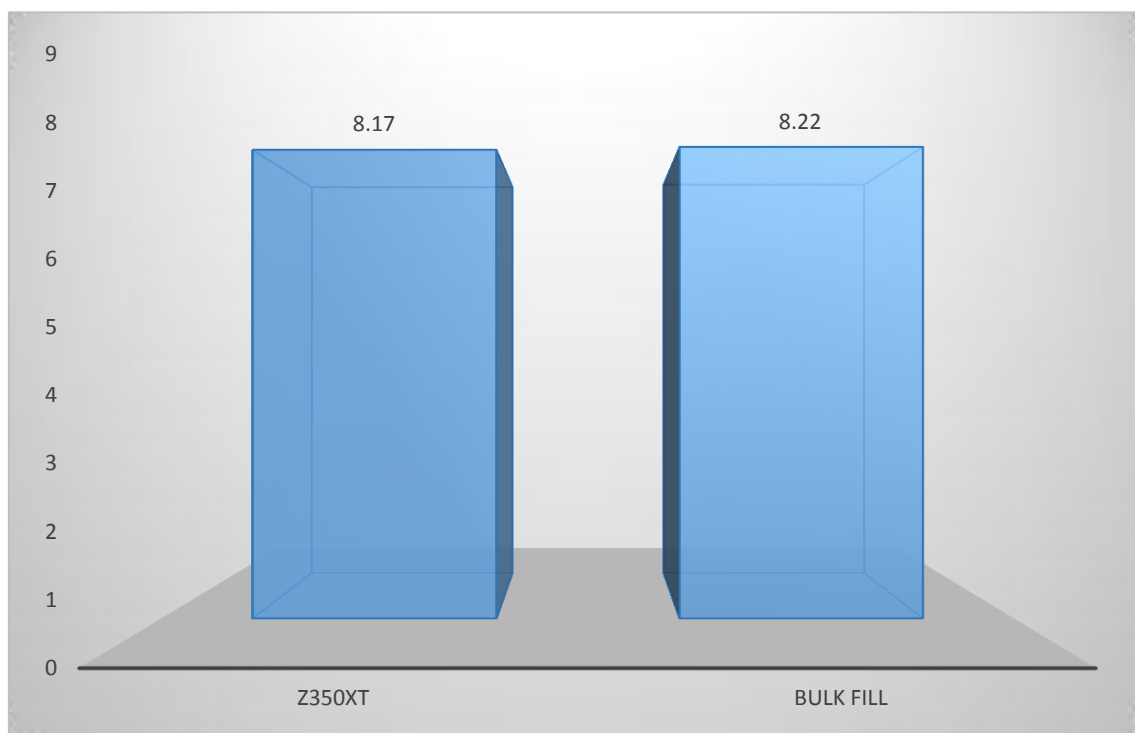
Fuente: Matriz de datos P = 0.609 (P ≥ 0.05) N.S.

#### INTERPRETACIÓN:

La tabla N° 1 nos presenta información respecto a la altura que se obtuvieron de los cilindros de resina, en ambos grupos de estudio, que se elaboraron para ser sometidos a la máquina de ensayos universal. Como se puede apreciar, para el grupo elaborado con la resina Z350 XT, la altura promedio fue de 8.17 mm, en tanto para las resinas Bulk Fill llegó a una altura de 8.22 mm.

Según la prueba estadística, las diferencias encontradas no son significativas, es decir, ambos grupos de estudio empiezan sus muestras con la misma altura, por tanto pueden ser motivo de comparación posterior.

**GRÁFICO N° 1**  
**COMPARACIÓN DE LA ALTURA DE LOS CILINDROS DE RESINA ENTRE**  
**LOS GRUPOS DE ESTUDIO**



**TABLA N° 2**  
**COMPARACIÓN DEL DIÁMETRO DE LOS CILINDROS DE RESINA ENTRE**  
**LOS GRUPOS DE ESTUDIO**

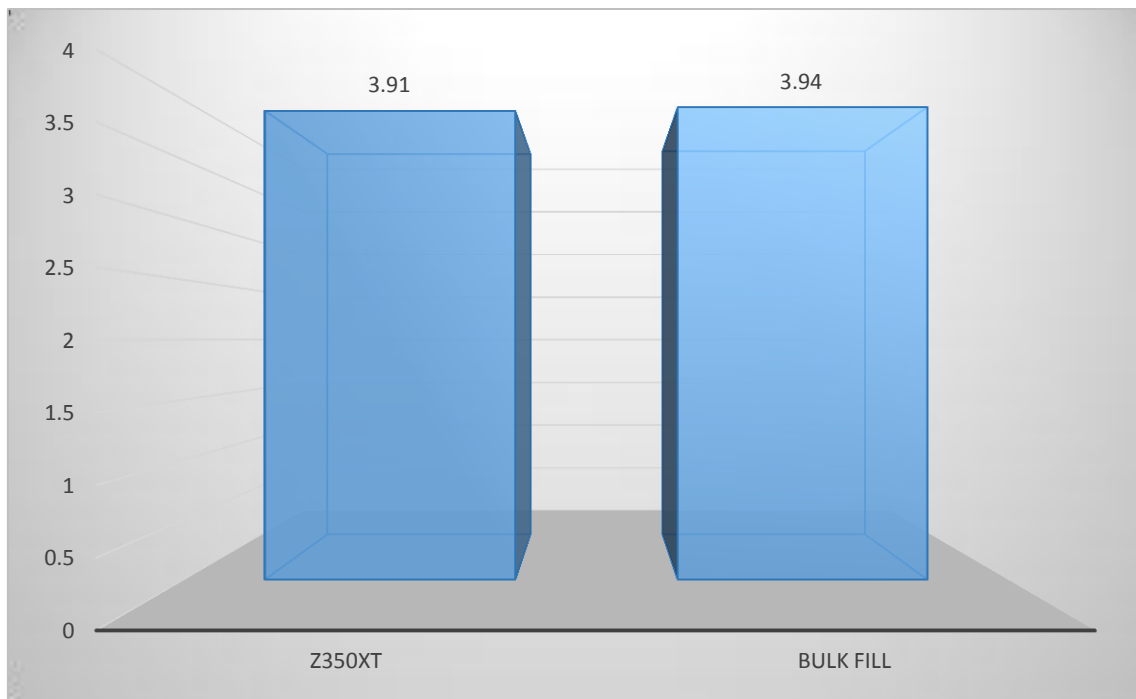
Diámetro	Grupo de Estudio	
	Z350 XT	Bulk Fill
Media Arimética (Promedio)	3.91	3.94
Desviación Estándar	0.01	0.01
Valor Mínimo	3.90	3.92
Valor Máximo	3.95	3.97
Total	10	10
Fuente: Matriz de datos	P = 0.974 (P ≥ 0.05) N.S.	

**INTERPRETACIÓN:**

La tabla N° 2 nos presenta información respecto al diámetro que se obtuvieron de los cilindros de resina al ser elaborados, en ambos grupos de estudio, para ser sometidos a la máquina de ensayos universal. Como se puede apreciar, para el grupo elaborado con la resina Z350 XT, el diámetro promedio fue de 3.91 mm, en tanto para las resinas Bulk Fill llegó a un diámetro de 3.94 mm.

Según la prueba estadística, las diferencias encontradas no son significativas, es decir, ambos grupos de estudio empiezan sus muestras con el mismo diámetro, por tanto pueden ser motivo de comparación posterior.

**GRÁFICO N° 2**  
**COMPARACIÓN DEL DIÁMETRO DE LOS CILINDROS DE RESINA ENTRE**  
**LOS GRUPOS DE ESTUDIO**



**TABLA N° 3**  
**COMPARACIÓN DEL ÁREA DE LOS CILINDROS DE RESINA ENTRE LOS**  
**GRUPOS DE ESTUDIO**

Área	Grupo de Estudio	
	Z350 XT	Bulk Fill
Media Arimética (Promedio)	12.04	12.24
Desviación Estándar	0.10	0.10
Valor Mínimo	11.95	12.07
Valor Máximo	12.25	12.38
Total	10	10

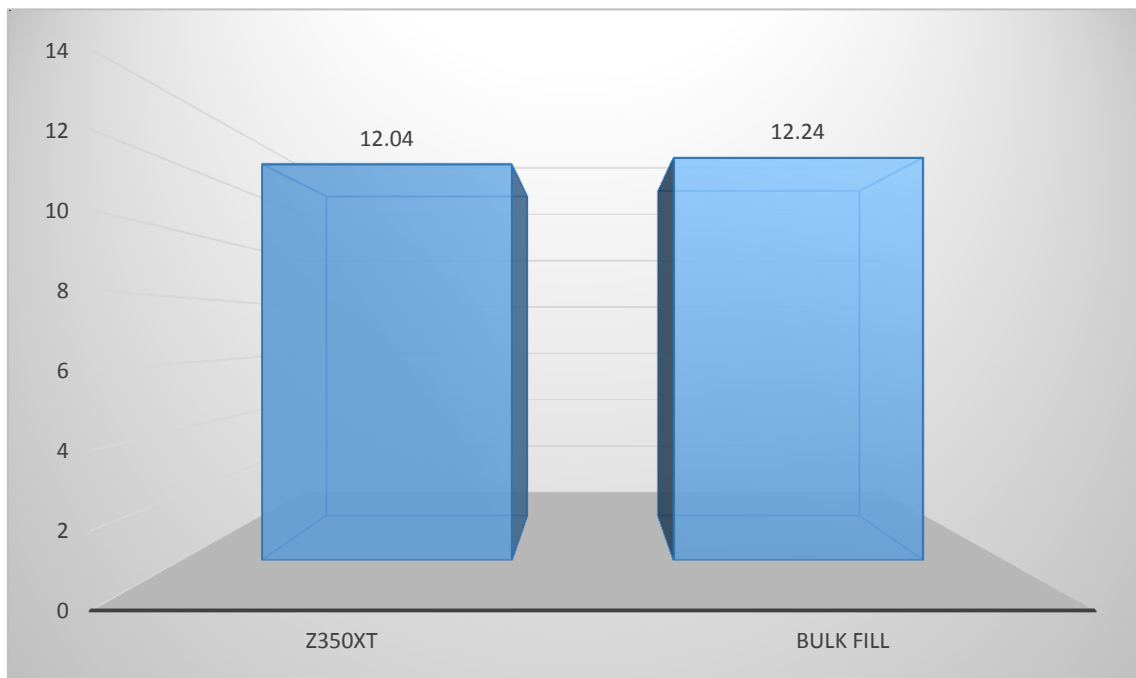
Fuente: Matriz de datos P = 0.712 (P ≥ 0.05) N.S.

**INTERPRETACIÓN:**

La tabla N° 3 nos presenta información respecto al área que se obtuvo de los cilindros de resina al ser elaborados, en ambos grupos de estudio, para ser sometidos a la máquina de ensayos universal. Como se puede apreciar, para el grupo elaborado con la resina Z350 XT, el área promedio fue de 12.04 mm<sup>2</sup>, en tanto para las resinas Bulk Fill, el área llegó a un valor de 12.24 mm<sup>2</sup>.

Según la prueba estadística, las diferencias encontradas no son significativas, es decir, ambos grupos de estudio empiezan sus muestras con la misma área, por tanto pueden ser motivo de comparación posterior.

**GRÁFICO N° 3**  
**COMPARACIÓN DEL ÁREA DE LOS CILINDROS DE RESINA ENTRE LOS**  
**GRUPOS DE ESTUDIO**





**TABLA N° 4**  
**COMPARACIÓN DE LA FUERZA MÁXIMA DE LOS CILINDROS DE RESINA**  
**ENTRE LOS GRUPOS DE ESTUDIO**

Fuerza Máxima	Grupo de Estudio	
	Z350XT	Bulk Fill
Media Arimética (Promedio)	2584.80	2402.67
Desviación Estándar	528.39	337.17
Valor Mínimo	1828.48	1778.50
Valor Máximo	3521.86	2845.47
Total	10	10

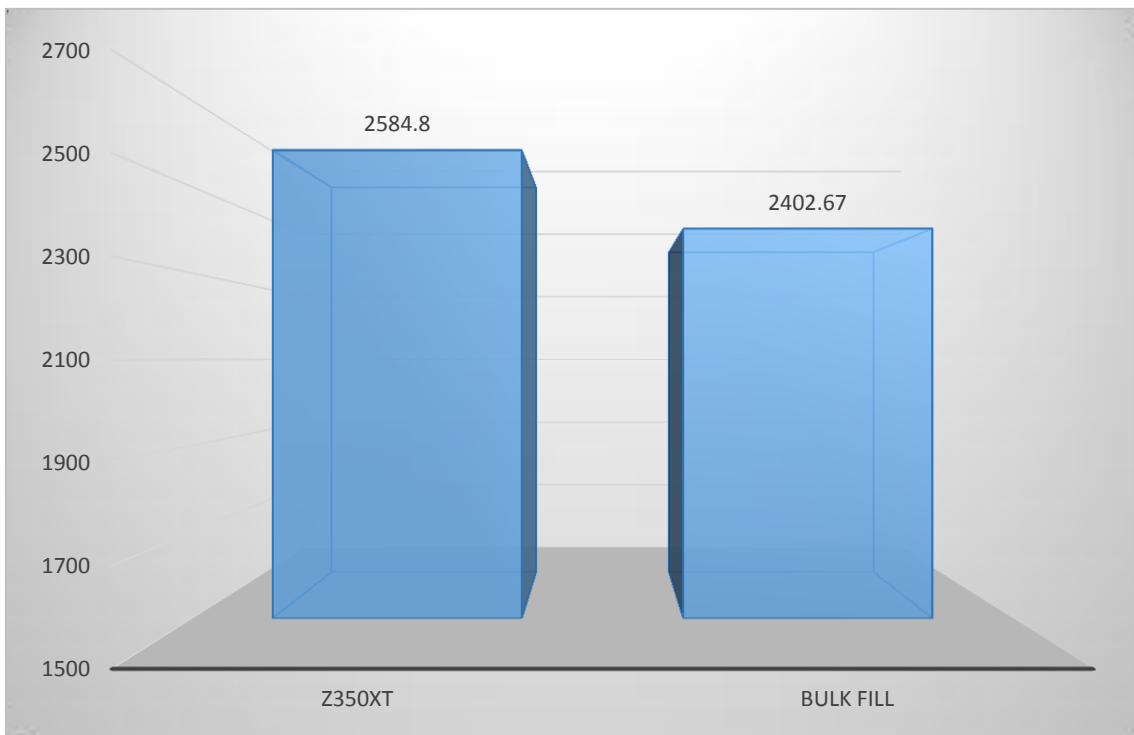
Fuente: Matriz de datos P = 0.037 (P < 0.05) S.S.

**INTERPRETACIÓN:**

La tabla N° 4 nos presenta información respecto a la fuerza máxima que se obtuvo de los cilindros de resina en ambos grupos de estudio, luego de haber sido sometidos a la máquina de ensayos universal. Como se puede apreciar, para el grupo elaborado con la resina Z350 XT, la fuerza máxima fue de 2584.80 N., en tanto para las resinas Bulk Fill, fuerza llegó a un valor de 2402.67 N.

Según la prueba estadística, las diferencias encontradas son significativas, es decir, el grupo de la resina Z350 XT soportó mayor fuerza respecto al grupo de la resina Bulk Fill.

**GRÁFICO N° 4**  
**COMPARACIÓN DE LA FUERZA MÁXIMA DE LOS CILINDROS DE RESINA**  
**ENTRE LOS GRUPOS DE ESTUDIO**



**TABLA N° 5**  
**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS**  
**CILINDROS DE RESINA ENTRE LOS GRUPOS DE ESTUDIO**

Esfuerzo Máximo	Grupo de Estudio	
	Z350XT	Bulk Fill
Media Arimética (Promedio)	214.61	196.17
Desviación Estándar	43.92	26.80
Valor Mínimo	150.74	146.61
Valor Máximo	293.31	231.85
Total	10	10

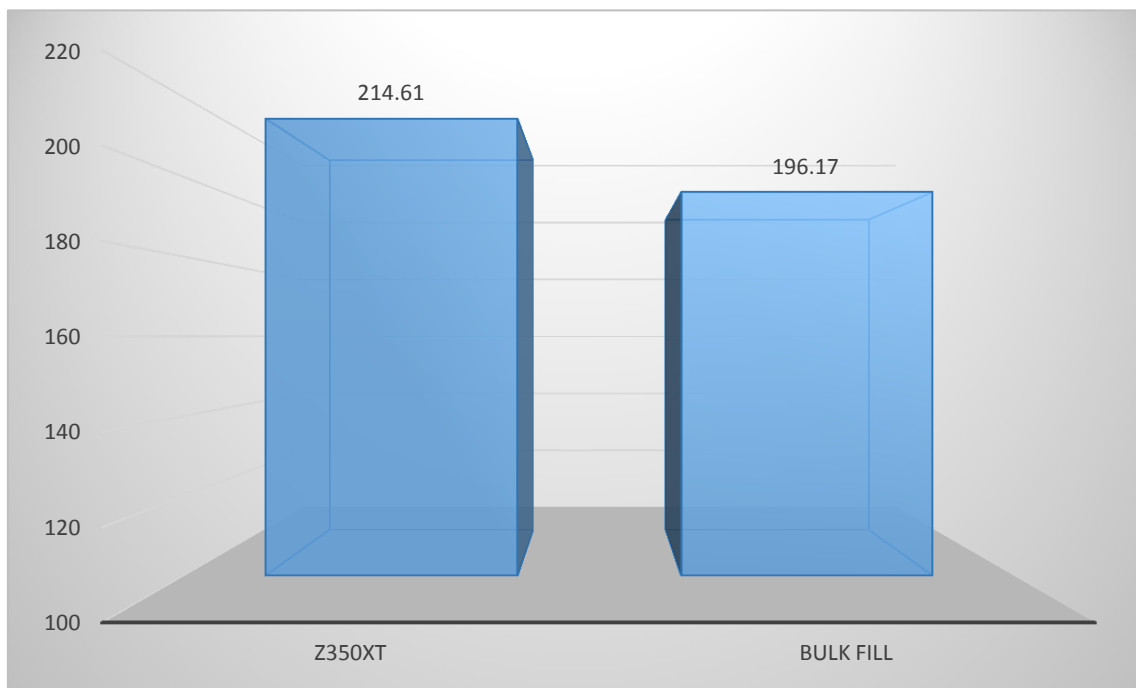
Fuente: Matriz de datos

**INTERPRETACIÓN:**

La presente tabla nos muestra información respecto a la resistencia a la compresión que se obtuvieron de los cilindros de resina al ser sometidos a la máquina de ensayos universal, en los dos grupos de estudio.

Como se puede apreciar, para el grupo elaborado con la resina Z350 XT, la fuerza ejercida fue de 214.61 MPa, en tanto para las resinas Bulk Fill, ascendió a un valor de 196.17 MPa.

**GRÁFICO N° 5**  
**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS**  
**CILINDROS DE RESINA ENTRE LOS GRUPOS DE ESTUDIO**



## 5.2 ANÁLISIS INFERENCIAL

**TABLA N° 6**  
**PRUEBA T DE STUDENT PARA COMPARAR LA RESISTENCIA A LA**  
**COMPRESIÓN ENTRE LOS GRUPOS DE ESTUDIO**

Resistencia	Valor Estadístico	Grados de Libertad	Significancia P
Intergrupos	6.723	18	<b>0.042 (S.S.)</b>

En la comparación llevada a cabo de la resistencia a la compresión entre los grupos de estudio (Tabla N° 5), se aplicó la prueba estadística t de Student, la cual nos permite establecer si existe o no diferencias entre los grupos que se están contrastando.

Como se aprecia, la diferencia encontrada entre el grupo de resinas Z350 XT (214.61 MPa) y Bulk Fill (196.17 MPa), fue estadísticamente significativa, es decir, la primera demostró tener mayor resistencia a las fuerzas de compresión que la segunda.

### 5.3 COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

#### A. Hipótesis Principal:

Es probable que la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE tenga mayor resistencia a la compresión que la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE.

#### Regla de Decisión:

Si  $P \geq 0.05$                       No se acepta la hipótesis.

Si  $P < 0.05$                       Se acepta la hipótesis.

#### Conclusión:

De acuerdo a los resultados obtenidos (Tabla N° 6), procedemos a aceptar la hipótesis, pues la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE demostró tener mayor resistencia a la compresión que la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE.

#### B. Hipótesis Derivadas:

##### Primera:

Es probable que la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE tenga menor resistencia a la compresión que la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE.

##### Segunda:

Es probable que la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE tenga igual resistencia a la compresión que la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE.

**Conclusión:**

De acuerdo a los resultados obtenidos y, considerando la prueba estadística aplicada que acepta a la hipótesis principal, las dos derivadas planteadas se rechazan.

#### 5.4- DISCUSIÓN:

En la presente investigación se demostró que la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE utilizando la técnica de trabajo incremental, tiene mayor resistencia a la compresión que la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE teniendo una media de 214.61, resultado de la máquina universal de ensayos. En la tesis COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS TE-ECONOM PLUS®, TETRIC N-CERAM® Y TETRIC N-CERAM BULK FILL® se comparó 3 grupos, el primero fue Te-Econom Plus® -Ivoclar Vivadent, el segundo ® Tetric N- Ceram® - Ivoclar Vivadent y el tercero Tetric N-Ceram Bulk Fill - Ivoclar Vivadent, se demostró que la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill® presentó la menor resistencia a la compresión en comparación con los otros dos grupos con una media aritmética de 346.46 MPa. Las diferencias de resultados de nuestra investigación con este trabajo podría deberse a la marca de la resina y composición, además de la forma cómo se confeccionaron las muestras, ya que para la resina compuesta Tetric NCeram Bulk Fill® (nanohíbrida) se realizó un primer incremento de 4mm y un segundo de 2mm, teniendo así las muestras una altura de 6 mm, lo cual podría favorecer a su polimerización.



## **CONCLUSIONES:**

### **PRIMERA:**

La resistencia a la compresión de la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE con la técnica incremental, dio como resultado una media de 214.61 MPa lo que significa que esta resina tiene mayor resistencia a la compresión por diferencias en su composición.

### **SEGUNDA:**

La resistencia a la compresión de la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE con la técnica monoincremental, obtuvo un valor promedio de 196.17 MPa lo que significa que esta tiene menor resistencia a la compresión por diferencias en su composición.

### **TERCERA:**

Al realizar el ensayo de compresión en la máquina universal de ensayos, se obtuvo una mayor resistencia a la compresión en la resina FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE con técnica incremental, comparada con la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE, siendo esta diferencia estadísticamente significativa.

## **RECOMENDACIONES:**

### **PRIMERA:**

Se recomienda llevar a cabo otras investigaciones donde se estudie la contracción de la polimerización de la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE, ya que esa es una de las ventajas indicadas por el fabricante.

### **SEGUNDA:**

Se recomienda realizar otros estudios con los cuales se pueda experimentar con estímulos tales como el calor, luz ultra violeta y presión para determinar si estos mejoran las propiedades de las resinas.

### **TERCERA:**

Se recomienda estudiar la profundidad de la polimerización de la resina, ya que se utiliza monoincrementos de 4mm de altura.

### **CUARTA:**

Se sugiere a los odontólogos que evalúen el uso de la resina FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE, puesto que estando indicada para dientes posteriores y anteriores, debería resistir las fuerzas de la masticación y tener muy buena resistencia a la compresión, sin embargo nuestros resultados arrojaron lo contrario, por lo cual hay que tener en cuenta esto al momento de su aplicación clínica.

## FUENTES DE INFORMACIÓN:

1. Marco Aurélio Veiga de Melo, Marcos Ribeiro Moyses, José Carlos Rabelo Ribeiro, Andréa Candido dos Reis. Influencia de las unidades de curado led y luz halógena sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas. AOV. [internet]. 2017. [citado el 20/01/2017]; Volumen nro 45 (2): 1-3. Disponible en :  
[http://www.actaodontologica.com/ediciones/2007/2/unidades\\_curado.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2007/2/unidades_curado.asp)
2. Shori Moreno Bloomenthol, Amir García Desales, Enrique Kogan Frenk, Dulce Haydeé Gutiérrez Valdez. Estudio comparativo In-Vitro de fuerzas compresivas de cuatro materiales resinosos para la reconstrucción de muñones dentales. Oral. [internet]. 2015. [17/01/2017]; Volumen 16 (52): 1-4. Disponible en :  
<http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumen.cgi?IDARTICULO=70312>
3. Montero López David, Vélez Cuenca Tatiana. Resistencia de la resina convencional (nanohíbrida) y resina Bulk-Fill a la fractura con técnicas incremental y monoincremental. Estudio comparativo in-vitro. [internet]. Universidad central del Ecuador .Escuela de Odontología. Facultad de ciencias de la salud .2016.[06/01/2017]. Disponible en :  
<http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/handle/25000/7802>
4. Botto Gonzales Ignacio .Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva y la dureza superficial de un sistema de resina compuesta monoincremental (SonicFill TM) y uno convencional (Herculite® Precis).[internet]. Universidad de Chile: Escuela de Odontología ;facultad de odontología departamento de odontología restauradora área de biomateriales ;2013.[citado 03/01/2017]. Disponible en :  
<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/117406>
5. Mezarina Kanashiro, Franco Naoki . Comparación in vitro de la resistencia a la compresión de las resinas compuestas te-econom plus®, tetric n-ceram® y tetric n-ceram bulk fill®. [internet]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC): Escuela de Odontología; Facultad de ciencia de la salud;2016.[citado 2/01/2017] Disponible en :  
<http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/620703/1/original.pdf>

6. Parra Saez, Renato Oliver . Resistencia a la fuerza de compresión de incrustaciones inlay de adoro cementadas con cemento dual de resina compuesta y cemento dual de resina compuesta autograbante.[internet]. Universidad de San Martín de Porres: Escuela de odontología; Facultad de ciencias de la salud;2012.[citado 10/01/2017].Disponible en : <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/1199>
7. Hinojoza Kevin. Comparación de la resistencia compresiva, entre restauraciones indirectas de resina micro híbridas de fotopolimerizado y de resina micro híbridas de fotopolimerizado sometidas al calor (estudio in vitro). Arequipa 2014.Universidad Alas Peruanas: Escuela académico profesional de estomatología; Facultad de medicina humana y ciencias de la salud; 2014.
8. Monografias.com [internet].Perú. [citado el 18/04/2017].Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos81/resinas-compuestas/resinas-compuestas2.shtml>.
9. Oteo Calatayud Carlos, Lluís Restrepo Joan. Influencia del espesor de tres resinas compuestas translúcidas de diferente tonalidad sobre la luminosidad [internet].Universidad Complutense de Madrid: Escuela de Odontología; Facultad de Estomatología; 2009. [citado el 18/04/2017].Disponible en : <http://eprints.ucm.es/28362/1/TFM%20Final.pdf>.
- 10.Rodríguez G. Douglas, Pereira S. Natalie A. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas Acta Odontológica Venezolana. [internet].2007. [5/03/2017]: 56. (3):3-9. Disponible en : [http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion\\_tendencias\\_resinas\\_compuestas.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compuestas.asp)
- 11.Adela Hervás García, Miguel Ángel Martínez Lozano, José Cabanes Vila, Amaya Barjau Escribano. Resinas compuestas revisión de los materiales e indicaciones clínicas. [Internet]. 2006. [citado el 18/04/2017];11(2).Disponible en: [http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:LyzmunHiOaoJ:scholar.google.com/+clasificaci%C3%B3n+de+las+resina+compuesta&hl=es&as\\_sdt=0,5](http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:LyzmunHiOaoJ:scholar.google.com/+clasificaci%C3%B3n+de+las+resina+compuesta&hl=es&as_sdt=0,5) .

12. Estomatología Especializada [Internet]. Blogger. 13/05/2013. [actualizado el 18/03/2017, citado el 18/04/2017] Disponible en :  
<http://estomatologiaespecializada.blogspot.pe/2013/05/resinas-acrilicas.html>
13. Pardos Campos Mauricio .Bio Mater. Análisis comparativo in vitro del sellado marginal de restauraciones clase II de resina compuesta realizada con técnica incremental oblicua vs técnica incremental horizontal. BM. [Internet].2015. [citado el 18/04/2017]; 2(1).2-5. Disponible en:  
<http://www.biomater.cl/tag/tecnicas-incrementales>
14. Multimedia.3M. [internet].Alemania.2014.[Citado 18/04/2017]. Disponible en :  
Profile<http://multimedia.3m.com/mws/media/976634O/filtek-bulk-fill-posterior-restorative-technical-product-profile.pdf>
15. Pereira, N. A. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas [Internet. 2008. [Citado el 18/04/2017]. Venezuela. Disponible en :  
<https://www.scienceopen.com/document?vid=3214ee1e-813b-4616-90e5-ad13e16ece2d>
16. Carrillo Sánchez Carlos, Monroy Pedraza Monserrat. Materiales de resinas compuestas y su polimerización. Revista ADM [Internet].2009. [citado el 18/04/2017]; 15 (4): 1-8. Disponible en:  
<http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od094b.pdf>.
17. SlideShare.com [internet].Perú: slideshare; 2011.[Publicado el 13 de nov de 2011, citado el 18/04/2017] Disponible en:  
[http://es.slideshare.net/rita\\_esposito/metodos-de-fotoactivacion](http://es.slideshare.net/rita_esposito/metodos-de-fotoactivacion).
18. Definición. DE [Internet]. Perú: WordPress; 2011 [Actualizado el 2014, [Citado 18/04/2017] Disponible en :  
<http://definicion.de/compresion>.
19. Reboledo Edison David. Estudio comparativo in vitro de la resistencia comprensiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas. [internet].Universidad Nacional Mayor de San Marcos: Facultad de Odontología: 2013. [Citado 18/04/2017]. Disponible en:  
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3073>.

- 20.** Reis Alessandra. Materiales dentales directos de los fundamentos a la aplicación clínica [internet]. 1ed. editora Ltda. .Brasil .Editorial Santos;2012.[Citado 06/06/2017] Disponible en :  
<https://issuu.com/guanabarakoogan/docs/reis-issuu-esp/5>
- 21.** Phillips R. La ciencia de los materiales dentales. Vol. 1. México: Interamericana. 1976.
- 22.** Toledano Manuel. Arte y Ciencia de los materiales Odontológicos. [internet]. Madrid, España: Ediciones avances médico - dentales. Recuperado el 27 de marzo de 2016.Disponible en :  
<https://www.casadellibro.com/libro-arte-y-ciencia-de-los-materiales-odontologicos/9788487922404/1004411>
- 23.** Arce Muñoz Natalia, Cabezas Gonzales Carolina, Posada Ayala Elizabeth & López Moreno Lorena. Comparación de la resistencia de dos resinas microhíbridas para la restauración dental. RO [internet].2005. [Citado 12/03/2017]; 13 (2): 27 - 39. Disponible en :  
<http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/2304/1/Comparacion%20de%20la%20resistencia%20de%20dos%20resinas%20microhibridas%20para%20la%20restauracion%20dental.pdf>
- 24.** Baratieri Luis. Odontología restauradora: fundamentos y técnicas, Vol1. 1ra Ed. Sao paulo: 2011.
- 25.** Craig Robert. Materiales de odontología restauradora. [internet].Vol1. 10ma Ed. Madrid: Harcourt; 1998 [Citado 12/05/2017]. Disponible en :  
<https://www.abebooks.de/MATERIALES-ODONTOLOG%C3%8DA-RESTAURADORA-CRAIG-R.G-HARCOURT/12097863617/bd>
- 26.** Cova J. Biomateriales dentales [internet]. 2da Ed. Venezuela: Amolca; 2010. [citado el 10/042017].Disponible en :  
<https://prezi.com/ujs1k1k3fq5w/cova-j-biomateriales-dentales-2da-edicion-amolca-venezu/>
- 27.** Macchi Ricardo. Materiales dentales. [internet] Vol1. 4ta Ed. Buenos Aires: Panamericana; 2007. [citado 19/04/2017].Disponible en :  
<http://www.medicapanamericana.com/Libros/Libro/4166/Materiales-Dentales.html>

- 28.** Bhargava A, Sharma C. Mechanical behaviour and testing of materials. [Internet]. vol 1. 1 ed. Nueva Delhi: PHI; 2011. [Actualizado 2014; Citado 26/04/2017]. Disponible en :  
<https://books.google.com.pe/books>
- 29.** Multimedia.3M [internet]. Perú. 2010. [Actualizado 2010 ; Citado 16/04/2017]. Multimedia3M.com;36. Disponible en :  
<http://multimedia.3m.com/mws/media/725177O/perfil-tecnico-filtek-z350-xt.pdf>

**ANEXO Nro. 1:  
FICHA DE OBSERVACIÓN**

**Tabla 1**

<b>GRUPO 1</b>		<b>FILTEK™ Z350 XT de 3M ESPE TECNICA INCREMENTAL</b>			
<b>Espécimen</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Altura</b>	<b>Área</b>	<b>Fuerza de Compresión (N)</b>	<b>Esfuerzo de compresión (MPa)</b>
<b>1</b>					
<b>2</b>					
<b>3</b>					
<b>4</b>					
<b>5</b>					
<b>6</b>					
<b>7</b>					
<b>8</b>					
<b>9</b>					
<b>10</b>					



**Tabla 2**

<b>GRUPO 1</b>		<b>FILTEK™ BULK FILL de 3M ESPE TECNICA MONOINCREMENTAL</b>			
<b>Espécimen</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Altura</b>	<b>Área</b>	<b>Fuerza de Compresión (N)</b>	<b>Esfuerzo de compresión (MPa)</b>
<b>1</b>					
<b>2</b>					
<b>3</b>					
<b>4</b>					
<b>5</b>					
<b>6</b>					
<b>7</b>					
<b>8</b>					
<b>9</b>					
<b>10</b>					

**ANEXO Nro. 2:  
MATRIZ DE DATOS**

<b>FILTEK™ Z350 XT DE 3M ESPE</b>					
ESPECIMEN	ALTURA	DIAMETRO	AREA mm2	FUERZA MAXIMA N	ESFUERZO MAXIMO MPa
1	8.15	3.91	12.01	3 521.86	293.31
2	8.21	3.93	12.13	1 828.48	150.74
3	8.14	3.92	12.07	2 849.64	236.12
4	8.14	3.92	12.07	2 929.19	242.71
5	8.25	3.95	12.25	2 825.53	230.58
6	8.19	3.93	12.13	2 265.10	186.73
7	8.17	3.90	11.95	2 997.80	250.95
8	8.14	3.90	11.95	2 396.29	200.59
9	8.19	3.90	11.95	2 304.52	192.91
10	8.15	3.90	11.95	1 929.68	161.53
<b>FILTEK™ BULK FILL DE 3M ESPE</b>					
ESPECIMEN	ALTURA	DIAMETRO	AREA mm2	FUERZA MAXIMA N	ESFUERZO MAXIMO MPa
1	8.12	3.95	12.25	2 303.55	187.98
2	8.29	3.95	12.25	2 163.30	176.54
3	8.16	3.95	12.25	2 233.16	182.24
4	8.26	3.96	12.32	2 845.47	231.03
5	8.29	3.93	12.13	2 581.91	212.85
6	8.28	3.93	12.13	1 778.50	146.61
7	8.17	3.97	12.38	2 666.44	215.41
8	8.18	3.92	12.07	2 185.68	181.10.
9	8.17	3.95	12.25	2 841.16	231.85
10	8.30	3.97	12.38	2 427.59	196.11

## ANEXO Nro. 3: DOCUMENTACIÓN SUSTENTATORIA



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES.  
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES.

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0210-2017	EDICION N° 1	Página 1 de 3
<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN</b>			
TESIS	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ENTRE UNA RESINA CON TÉCNICA INCREMENTAL FILTEK Z350 XT 3M ESPE Y UNA MONOINCREMENTAL FILTEK BULK FILL 3M ESPE ESTUDIO IN VITRO, AREQUIPA, 2017"		
DATOS DEL SOLITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	Diego Dashiell Guerra Midolo		
DNI	70128579		
DIRECCIÓN	Álvarez Thomas i-9 Congata Sector 2 - Distrito de Uchumayo		
CIUDAD	Arequipa		
EQUIPOS UTILIZADOS			
INSTRUMENTO	Maquina digital de ensayos universales CMT- 5L		
MARCA	LG		
APROXIMACIÓN	0.001 N		
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm		
MARCA	Mitutoyo		
APROXIMACIÓN	0.01mm		
RECEPCIÓN DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	24	Mayo	2017
LUGAR DE ENSAYO	Av. Paseo de la República 5544, Miraflores 15074		
CANTIDAD	2 Grupo		
DESCRIPCIÓN	Muestras Cilíndricas de resina		
	Grupo 1	A. - FILTEK Z350 XT 3M ESPE	
	Grupo 2	B. -FILTEK BULK FILL 3M ESPE	
REPORTE DE RESULTADOS			
FECHA DE EMISION DE INFORME	25	Mayo	2017

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0210-2017		EDICION N° 1		Página 2 de 3	
RESULTADOS GENERADOS							
GRUPO 1				A. - FILTEK Z350 XT 3M ESPE			
Espécimen	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima N	Esfuerzo Máximo (Mpa)		
1	8.15	3.91	12.01	3 521.86	293.31		
2	8.21	3.93	12.13	1 828.48	150.74		
3	8.14	3.92	12.07	2 849.64	236.12		
4	8.14	3.92	12.07	2 929.19	242.71		
5	8.25	3.95	12.25	2 825.53	230.58		
6	8.19	3.93	12.13	2 265.10	186.73		
7	8.17	3.90	11.95	2 997.80	250.95		
8	8.14	3.90	11.95	2 396.29	200.59		
9	8.19	3.90	11.95	2 304.52	192.91		
10	8.15	3.90	11.95	1 929.68	161.53		
GRUPO 2				B. -FILTEK BULK FILL 3M ESPE			
Espécimen	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima N	Esfuerzo Máximo (Mpa)		
1	8.12	3.95	12.25	2 303.55	187.98		
2	8.29	3.95	12.25	2 163.30	176.54		
3	8.16	3.95	12.25	2 233.16	182.24		
4	8.26	3.96	12.32	2 845.47	231.03		
5	8.29	3.93	12.13	2 581.91	212.85		
6	8.28	3.93	12.13	1 778.50	146.61		
7	8.17	3.97	12.38	2 666.44	215.41		
8	8.18	3.92	12.07	2 185.68	181.10		
9	8.17	3.95	12.25	2 841.16	231.85		
10	8.30	3.97	12.38	2 427.59	196.11		
LA VELOCIDAD DE ENSAYO				1 mm/min			



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES.  
 - LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES.

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0210-2017	EDICION N° 1	Página 3 de 3
CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA : 19 °C HUMEDAD RELATIVA : 60%		
VALIDEZ DE INFORME	VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME		
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN ESPECIALISTA DE ENSAYOS LABORATORIO HTL CERTIFICATE			

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC  
 Av. F. Bartolomé de las Casas N° 584 - Urb. Los Jardines - S.M.P - Lima Perú  
 Telf.: +51(01) 534 5715 - Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm  
 E-mail.: laboratoriohtl@htlcertificate.com.pe - Web.: www.htlcertificate.pe

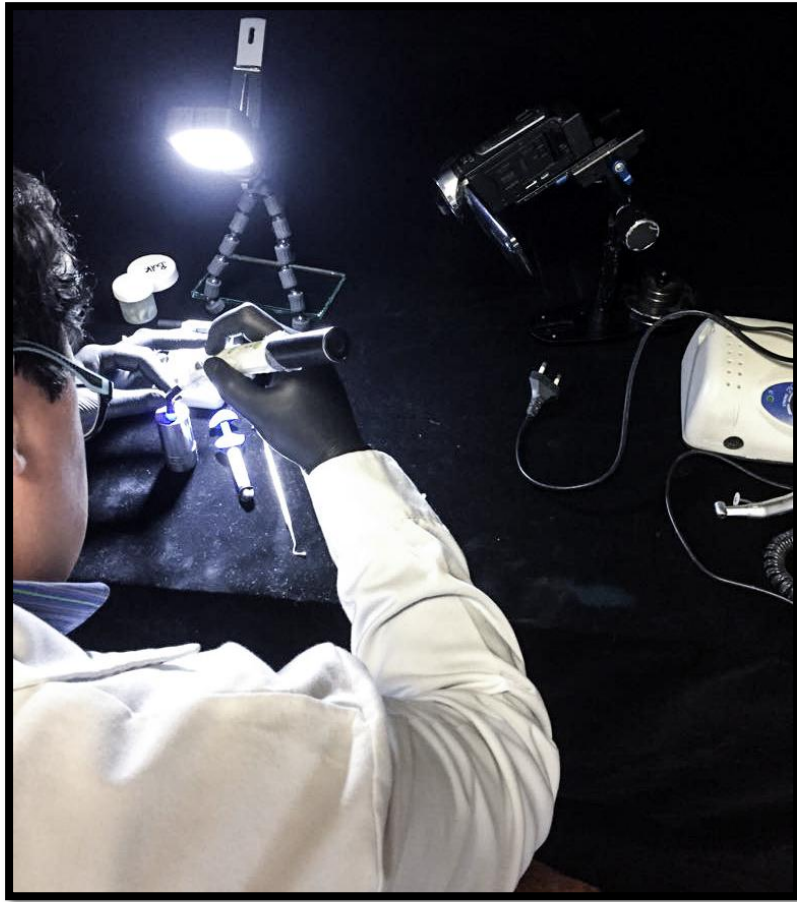
**ANEXO Nro. 4:  
SECUENCIA FOTOGRÁFICA**



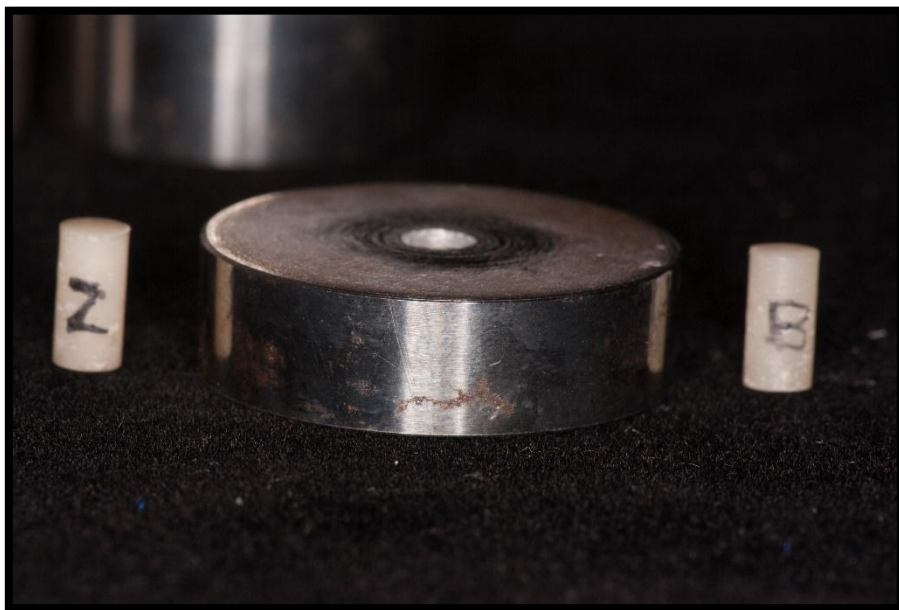
**Materiales utilizados en la confección de las muestras**



**Matriz de acero para la confección de las muestras**



**Proceso de confección de las muestras en el laboratorio**



**Muestras de las dos resinas acabadas**

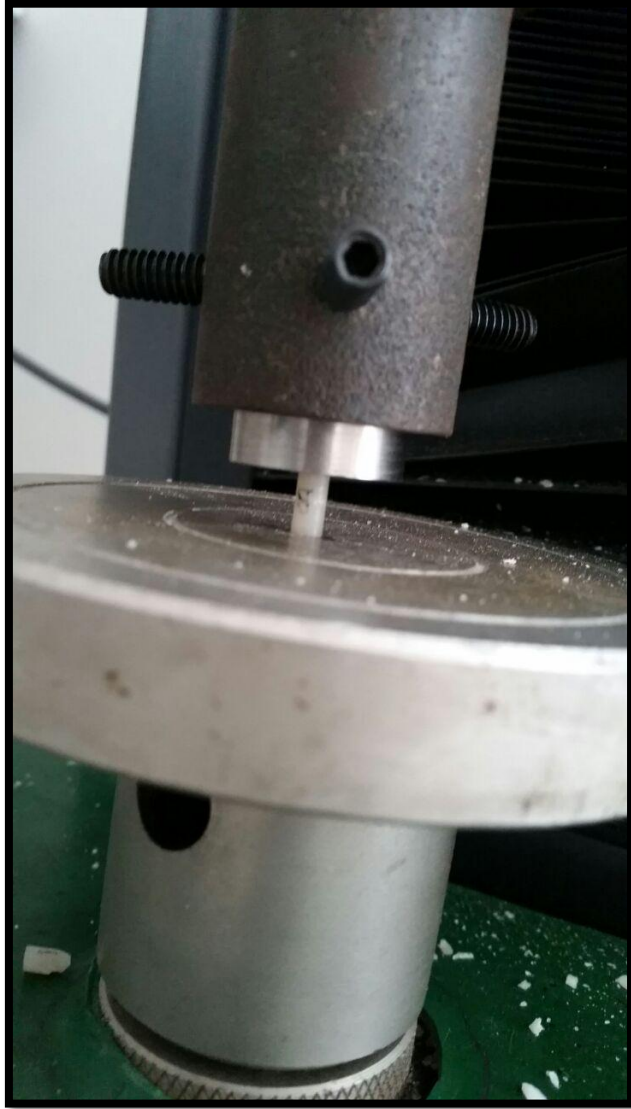


**Muestras con las caras superior e inferior pulidas**



**Laboratorio especializado en ensayos mecánicos de materiales. HTL  
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE - Maquina digital de  
ensayos universales cmt- 5I**





**Muestra en ensayo de compresión**