



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA**

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA FLEXIÓN BIAxIAL DE TRES  
RESINAS FLUIDAS: ESTUDIO *IN VITRO*.”**

Tesis para optar el Título de:  
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA ESTÉTICA Y  
RESTAURADORA.

Presentado por:  
Juliane Polette Lema Ulloa (0000-0003-4252-2694)

Asesor:  
Ana Isabel López Flores (0000-0002-1104-2439)

Lima – Perú  
2019

	Reglamento de Grados y Títulos	Código: SG-RE-001-V2	Emisión: Junio 2015	Vigencia: 25/06/15
---	--------------------------------	-------------------------	---------------------------	-----------------------

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

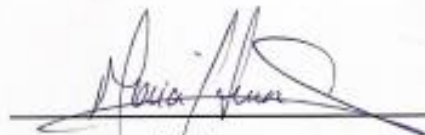
En la ciudad de Lima, a los **24** días del mes de **JUNIO** del **2019**, siendo las 13:00 horas, con la asistencia del Jurado de Tesis, Presidido por el **Mg. GUSTAVO WATANABE OSHIRO**, los miembros del Jurado **Mg. MÓNICA HERMOZA NOVOA** y **Mg. GUSTAVO HUERTAS MOGOLLÓN** y la Asesora de la Tesis **Mg. ANA LÓPEZ FLORES**; la Odontóloga **JULIANE POLETTE LEMA ULLOA**, autora de la tesis Titulada: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LA FLEXIÓN BIAxIAL DE TRES RESINAS FLUIDAS: ESTUDIO IN VITRO", con el fin de optar el Título Profesional de Segunda Especialidad en **ODONTOLOGÍA ESTÉTICA Y RESTAURADORA**.

Concluida la exposición, se procedió a la evaluación y deliberación por parte del Jurado correspondiente, habiendo sido aprobada con el calificativo de muy bueno (16).

Se extiende la presente acta en tres originales y siendo las..... horas, se da por concluido el Acto Académico de Sustentación.



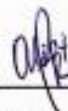
Presidente  
**Mg. GUSTAVO WATANABE OSHIRO**  
 DNI: 09679387



Miembro  
**Mg. MÓNICA HERMOZA NOVOA**  
 DNI: 10306015



Miembro  
**Mg. GUSTAVO HUERTAS MOGOLLÓN**  
 DNI: 42279064



Asesor  
**Mg. ANA LÓPEZ FLORES**  
 DNI: 10140964



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA**

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA FLEXIÓN BIAxIAL DE TRES  
RESINAS FLUIDAS: ESTUDIO *IN VITRO*.”**

Tesis para optar el Título de:  
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA ESTÉTICA Y  
RESTAURADORA.

Presentado por:  
Juliane Polette Lema Ulloa (0000-0003-4252-2694)

Asesor:  
Ana Isabel López Flores (0000-0002-1104-2439)

Lima – Perú  
2019

**INDICE**

<b>CARATULA</b>	
<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>II. JUSTIFICACION</b>	<b>3</b>
<b>III. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>4.1. OBJETIVO GENERAL</b>	<b>4</b>
<b>4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>4</b>
<b>IV. HIPOTESIS</b>	<b>4</b>
<b>V. METODOLOGIA</b>	<b>4</b>
<b>5.1 DISEÑO DE ESTUDIO</b>	<b>4</b>
<b>5.2 GRUPO EXPERIMENTAL</b>	<b>4</b>
<b>5.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>5.3.1 CRITERIOS DE INCLUSION</b>	<b>5</b>
<b>5.3.2 CRITERIOS DE EXCLUSION</b>	<b>5</b>
<b>5.4 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES</b>	<b>6</b>
<b>5.5 MÉTODO Y TÉCNICAS</b>	<b>7</b>
<b>5.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>	<b>8</b>
<b>5.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS</b>	<b>8</b>
<b>VI. RESULTADOS</b>	<b>9</b>
<b>VII. DISCUSION</b>	<b>11</b>
<b>VIII. CONCLUSION</b>	<b>15</b>
<b>IX. ANEXOS</b>	<b>19</b>

## RESUMEN

**OBJETIVO:** Comparar la flexión biaxial de tres resinas fluidas Filtek Flow XT Z350 (3M ESPE), Filtek Flow Bulk (3M ESPE), Permaflo Pink (ULTRADENT).

**MATERIALES Y METODOS:** Se utilizaron 15 barras de resina fluida por cada grupo de estudio de 2mm de espesor por 25mm de largo obteniendo un total de 45 especímenes y se almacenaron en agua destilada a 37 °C por 24 horas de acuerdo a las normas ISO 4049 donde se comparó la flexión biaxial de las tres resinas fluidas. La prueba de flexión biaxial (three point bending test) se realizó con el uso de la maquina digital de ensayos universales LG CMT-5L 7419. Se aplicó una velocidad de carga de  $(50 \pm 16)$  N/min hasta que la muestra alcanzo el punto de flexión y posterior fractura. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba F de Anova de un Factor y Prueba de Bonferroni ( $p < 0.5$ ).

**RESULTADOS:** La resina fluida Filtek Flow XT Z350 presentó una flexión biaxial de  $107,03 \pm 19,78$  Mpa, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control con los experimentales ( $p < 0,001$ ), Filtek Flow XT Z350 vs Filtek Flow Bulk fue de ( $P < 0.001$ ) Mpa, Filtek Z350 vs Permaflo Pink fue de ( $p < 0.001$ ).

**CONCLUSION:** La flexión biaxial de la resina filtek flow Z350 XT fue mayor al ser comparadas con Filtek Flow Bulk y Permaflo Pink encontrándose diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, al compararse las resinas Filtek Flow Bulk y Permaflo Pink no se encontró diferencia estadísticamente significativa

**PALABRAS CLAVE:** resina fluida, resina compuesta, resistencia flexural, materiales dentales

**ABSTRACT**

**OBJECTIVE:** Comparison of the biaxial flexural test of the Filtek Flow XT Z350 (3M ESPE), Filtek Flow Bulk (3M ESPE), Permaflo Pink (ULTRADENT) flowable composite resin.

**MATERIALS AND METHODS:** 15 bar-shaped of resin composite were used for each study group (25mm x 2mm x 2mm) and a total of 45 specimens were obtained and stored in distilled water at 37 °C for 24 hours according to ISO 4049 specifications where the biaxial flexural test is compared. The biaxial flexural test was carried out with the use of the universal testing machine LG CMT-5L 7419. A loading speed of  $(50 \pm 16)$  N / min was applied until the sample reached the point of flexion and posterior fracture. The data were statistically analyzed using Anova and Bonferroni tests ( $p < 0.05$ ).

**RESULTS:** Filtek Flow XT Z350 flowable resin showed a biaxial flexion of  $107.03 \pm 19.78$  MPA, finding statistically significant differences ( $p < 0.001$ ) finding statistically significant differences between the control group and the experimental ones ( $p < 0.001$ ), Filtek Z350 vs. Filtek Flow Bulk ( $p < 0.001$ ) Mpa, Filtek Flow XT Z350 vs. Permaflo Pink ( $p < 0.001$ ).

**CONCLUSION:** The biaxial flexural test of Filtek Flow Z350 Xt higher than in comparison with Filtek Flow Bulk and Permaflo Pink, finding statistically significant differences, however, comparing the Filtek Flow Bulk and Permaflo Pink resins it was found that there was no statistically significant difference.

**KEY WORDS:** flowable resin, resin composite, flexural strength, dental materials

## I. INTRODUCCION

Las resinas compuestas son utilizadas como un material restaurador y estético debido a su capacidad de imitar la característica natural de los dientes. Estos materiales han presentado una constante evolución a lo largo de los años cuyos principales cambios y mejoras han podido ser observadas en base a la matriz de relleno inorgánico.<sup>1-5</sup> Existen diferentes tipos de resina compuestas de acuerdo a su viscosidad y fluidez siendo estas las resinas compuestas compactas y resinas compuestas fluidas cada una de ellas con una indicación clínica específica. Las resinas compuestas fluidas cuentan con una amplia variedad de aplicaciones en cavidades pequeñas; como sellante de fosas y fisuras, liners, revestimiento de cajas proximales, regiones cervicales; entre otros.<sup>6</sup> Las resinas compuestas compactas y fluidas que actualmente son utilizados y están disponibles en el mercado han sido clasificados, según el tipo y tamaño de las partículas de relleno, en macrorelleno (10-50um), microrelleno (40-50um), híbridas (10-50um+40nm), microhíbridas (0.6um+40nm), nanohíbridas y nanorelleno (5-100 nm).<sup>7-8</sup> La resina compuesta fluida al igual que las resina compuesta compacta contiene partículas de microrelleno híbridas y microhíbridas en una menor cantidad de 37%-60% en volumen comparadas con las resinas compactas que contienen de 60%-80% en volumen; al reducir el contenido de carga o al agregar otros modificadores como por ejemplo los surfactantes, mejora la fluidez y baja su módulo de elasticidad, lo que las hace adecuadas para ser empleadas en las zonas cervicales de los dientes sometidos a tensiones por fuerzas masticatorias o estrés parafuncional, especialmente la flexión y la compresión.<sup>9-10</sup> Para garantizar la longevidad de este tipo de restauraciones se han propuesto varios estudios en base a sus propiedades mecánicas, siendo una de ellas la flexión biaxial o resistencia flexural la cual se define como la resistencia que presenta un material a la fractura bajo cargas simultaneas de tensión, compresión y tracción similares a las cargas que encontramos en la cavidad oral.<sup>11-12</sup> Jager et al<sup>13</sup>, indican la importancia del estudio de las

propiedades físicas y mecánicas de estos materiales para evaluar la capacidad de cumplir con dichas especificaciones.<sup>13</sup> Para que una resina compuesta se denomine “fluida”, los fabricantes intervienen en su composición química de dos formas. La primera aumentando la cantidad de monómeros para disminuir la viscosidad de la matriz orgánica (monómeros alifáticos pequeños, de bajo peso molecular; el trietilenglicol dimetacrilato TEGDMA) y contrarrestar la alta viscosidad de los monómeros que contienen alto peso molecular, como el bisfenol A glicidil dimetacrilato (Bis-GMA). La segunda consiste en reducir el contenido del relleno inorgánico en volumen en comparación con el volumen de la matriz.<sup>13</sup> Es por esta razón que estos materiales están relacionados directamente con el contenido, tamaño y distribución de la carga inorgánica.<sup>14</sup>

Existen diferentes marcas disponibles en el mercado de estos materiales de los cuales se ha elegido tres para el presente estudio de investigación debido a que algunos carecen de respaldo científico. En este sentido, Spazzin et al.<sup>15</sup> al comparar resistencia flexural de dos resinas fluidas (Filtek Flow XT Z350 – Tetric N flow) y dos agentes cementantes, encontraron que el rendimiento de las propiedades mecánicas de las resinas compuestas puede mejorar aumentando el contenido de relleno inorgánico manteniendo la integridad de la matriz orgánica. Del mismo modo Leprince et al.<sup>16</sup>, al evaluar las propiedades físico mecánicas de ocho resinas fluidas Bulk, encontraron que existía una correlación positiva entre el módulo de elasticidad del material y la cantidad de la carga inorgánica. Además, Ferracane et al.<sup>3</sup> en su estudio refirieron que la correlación entre el % de relleno y el % de volumen tienen una gran influencia en las propiedades mecánicas del material. En este sentido, cuanto mayor sea el contenido de relleno, mayor será el módulo de elasticidad y mayor será la resistencia a la deformación.<sup>17</sup> Diferentes propiedades mecánicas han sido evaluadas durante los últimos años; sin embargo, estudios sobre la flexión biaxial de las resinas compuestas fluidas no se han encontrado con mucha frecuencia en la literatura sobretodo de las resinas que se van a evaluar en la presente



investigación; por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue realizar un estudio comparativo de la flexión biaxial de tres resinas fluidas.

## **II. JUSTIFICACION**

La prueba de la flexión biaxial es una manera práctica de medir las fuerzas de compresión y tensión al mismo tiempo, es una prueba ideal para las resinas compuestas fluidas, materiales restauradores ideales para aplicarse en áreas de concentración de estrés debido a que absorben las tensiones generadas por fuerzas de compresión y tracción causadas por las fuerzas masticatorias.

Esta es una de las propiedades mecánicas más importantes de estos biomateriales y es una manera de prever el comportamiento clínico que podrían tener al ser materiales restauradores frágiles y no poder ser sometidos a fuerzas de tensión pura. En este tipo de análisis se pueden observar deformaciones verticales (compresión) y horizontales (tracción); por lo tanto, se podría decir que las resistencias que actúan sobre las superficies son traccionales y compresivas cuando el material es sometido a fuerzas de compresión, tensión y corte similares a la carga de la cavidad oral. Por lo tanto, es importante evaluar esta propiedad en las resinas fluidas que se ven sometidas a estas cargas.

El proposito del siguiente trabajo de investigación será realizar un estudio comparativo de la flexión biaxial de tres resinas fluidas, tendrá importancia clínica porque nos ayudará a determinar cuál material tiene un mejor desempeño clinico al ser aplicados en zonas donde existe una mayor concentración de estrés y con esto garantizar la longevidad de estas restauraciones. Así mismo, los resultados obtenidos de este estudio tendrán importancia científica para que sirva como referencia para la elaboración de nuevos estudios de investigación relacionados a este tema.

### III. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo general

Comparar la flexión biaxial de las resinas compuestas fluidas Filtek Flow Z350 (3M ESPE), Filtek Flow Bulk (3M ESPE) y Permaflo Pink (ULTRADENT) y a las 24 horas.

#### 3.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la flexión biaxial de las resinas fluidas Filtek Flow Z350 (3M ESPE), Filtek Flow Bulk (3M ESPE) y Permaflo Pink (ULTRADENT).
2. Comparar la significancia estadística de la flexión biaxial de las resinas fluidas Filtek Flow Z350 (3M ESPE), Filtek Flow Bulk (3M ESPE) y Permaflo Pink (ULTRADENT).

### IV. HIPOTESIS

La flexión biaxial de las resinas fluidas PERMAFLO PINK (ULTRADENT) Y FILTEK FLOW BULK (3M ESPE), FILTEK FLOW Z350 (3M ESPE) es diferente

### V. METODOLOGIA

#### 5.1 Diseño del estudio

El presente trabajo de investigación será experimental in vitro

#### 5.2 Grupo experimental

El tamaño de la muestra fue determinado de acuerdo a la fórmula de tamaño muestral para comparar dos medias, la prueba piloto estuvo conformada por 3 grupos, uno control y dos experimentales. Cada grupo constó de 15 muestras, obteniendo un total 45 especímenes agrupados de la siguiente manera:

1. **Grupo control:** 15 barras de resina fluida Filtek Flow Z350 (3M ESPE) de 2mm de espesor por 25 mm de largo.

2. **Grupo experimental 1:** 15 barras de resina fluida Filtek Flow Bulk (3M ESPE) de 2mm de espesor por 25 mm de largo.
3. **Grupo experimental 2:** 15 barras de resina fluida Permaflo Pink (ULTRADENT) de 2mm de espesor por 25 mm de largo.

### **5.3 Criterios de selección**

#### **5.3.1 Criterios de inclusión.**

- Barras de resina de 2mm de espesor por 25 mm de largo, sin burbujas.

#### **5.3.2 Criterios de exclusión.**

- Barras de resina que no cumplan los criterios de inclusión.

## 5.4 Variables

### 5.4.1 Operacionalización de las variables.

Identificación	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escalas de medición	valores
<b>Flexión biaxial</b>	Tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal.	Resistencia a fuerzas de compresión y tensión que presenta un cuerpo al ser sometido a la flexión biaxial	Valores registrados en la máquina de ensayo de flexión biaxial.	cuantitativa	razón	Mpa.
<b>Resina compuesta fluida</b>	Las resinas compuestas fluidas son compuestos convencionales con una carga de relleno reducida 37% - 60% (volumen) lo cual modifica la viscosidad de estos biomateriales.	Material resinoso con el que se fabricarán los especímenes que serán sometidos a flexión biaxial.	Marcas comerciales	cualitativa	nominal	politómico: Permaflo pink, filtek bulk flow y filtek flow z350

## **5.5 Métodos y técnicas**

Las muestras del estudio estuvieron conformadas por barras de resina fluida 2mm de espesor por 25 mm de largo, sin burbujas y pulidas FILTEK FLOW Z350 (3M ESPE), FILTEK FLOW BULK (3M ESPE) y PERMAFLO PINK (ULTRADENT).

La unidad de análisis fue medida en una máquina de ensayo universal CMT-5L LG

### **5.5.1 Preparación de la muestra.**

Para la elaboración de las barras de resina fluida se utilizaron moldes metálicos obtenidos para el estudio de 2mm de espesor por 25mm de largo. Se utilizó una loseta de vidrio como base y sobre ella vaselina para así colocar el molde metálico y las resinas fluidas de cada grupo de estudio, se cubrió la resina fluida con una banda celuloide aplicando presión para eliminar los excesos y posteriormente se polimerizó la lámpara de luz led VALO (1000 mw/cm<sup>2</sup>) por 40 segundos.

Las barras de resina fueron almacenadas en agua destilada y colocadas en un horno a 37°C durante 24 horas, con el fin de reproducir la temperatura de la cavidad oral y permitir que el material restaurador culmine su polimerización.

### **5.5.2 Procedimiento**

Para realizar la prueba de flexión biaxial de tres puntos se utilizó la máquina digital de ensayos universales CMT-5L LG, el mismo que estuvo apropiadamente calibrado, para proporcionar una velocidad de cruce constante de (0,75±0,25) mm/min o una carga de (50±16) N/min. Se midieron las dimensiones de la muestra con una precisión de ± 0,01mm con un vernier digital y se llevó la muestra a la máquina de ensayo universal. Las barras de resina fluida se colocaron sobre dos barras (2mm de diámetro), montadas paralelas con 20mm entre sus centros, y una tercera barra (2mm de diámetro)

centrada entre y paralela a los otros dos, de modo que las tres barras en combinación se pudieran usar para dar una carga de tres puntos para la muestra según las especificaciones de las normas ISO 4049. Posteriormente se aplicó una carga a la muestra a la velocidad de cruce antes mencionada hasta que la muestra alcanzó el punto de flexión y fractura. Se registró la carga ejercida sobre las unidades de análisis en megapascales y se repitió la prueba en las otras cinco muestras de los tres grupos de estudio.

### **5.5.3 Ficha de recolección de datos**

La ficha de recolección de datos se realizó con los resultados obtenidos mediante una tabla en el anexo.

## **5.6 Análisis estadístico**

La base de datos fue introducida al programa estadístico (SPSS versión 24). Se obtuvo un valor promedio de la flexión biaxial de todos los cuerpos de prueba analizados con intervalos de confianza al 95%. De los datos a recolectar se elaboraron las tablas estadísticas para cada una de las variables, además de, los promedios y desviaciones estándar de las variables cuantitativas.

Se utilizó la prueba estadística de ANOVA según las pruebas de normalidad con la corrección de Bonferroni, para evaluar si hubo diferencias entre las medias de los subgrupos.

## **5.7 Consideraciones éticas**

La presente investigación se llevó a cabo luego de la aprobación ética del Comité de Ética de la Universidad Científica del Sur. Por ser un estudio in vitro, donde se trabajó con barras de resina fluida, no se necesitó la participación de seres humanos o animales. (Ver Anexo)

## VI. RESULTADOS

En la tabla 1 en el análisis descriptivo de la variable de flexión biaxial de tres resinas Fluidas Filtek Flow Z350 3M ESPE, Bulk Fill 3M ESPE, Permaflo Pink ULTRADENT, se observó que la media de la resina filtek flow Z350 es mayor numéricamente al de las resinas Bulk Fill y Permaflo Pink. (Ver tabla 1)

En la tabla 2, se compararon las resinas fluidas Filtek Flow Z350 3M ESPE, Bulk Fill 3M ESPE, Permaflo Pink ULTRADENT mediante la prueba F de Anova de un factor, se encontró que había diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ). Para las comparaciones por pares se usó la prueba de Bonferroni, al comparar las resinas filtek flow vs bulk fill flow ( $p < 0,001$ ) y filtek flow vs permaflo pink ( $p < 0,001$ ) se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa.

**Tabla 1**  
**Evaluación descriptiva de flexión biaxial de tres resinas Fluidas Filtek Flow Z350 3M ESPE, Bulk Fill 3M ESPE, Permaflo Pink ULTRADENT**

MATERIALES	N	X	ME	DE	VA	MIN	MAX	ASIMETRIA	KURTOSI	IC LS - LI
<b>FILTEK FLOW Z: 3M ESPE</b>	15	107,03	103,50	19,78	391,36	78,05	142,32	0,74	-0,55	117,98-96,07
<b>BULK FILL 3M ESPE</b>	15	76,39	74,61	9,94	98,77	60,24	90,54	0,01	-1,27	81,90 - 70,89
<b>PERMAFLO PINK ULTRADENT</b>	15	78,15	75,98	12,76	162,82	53,42	97,76	-0,59	-0,59	85,21– 71,08

**Tabla 2**

**Comparación de la significancia estadística de la flexión biaxial de las resinas fluidas Filtek Flow Z350 (3M ESPE), Filtek Flow Bulk (3M ESPE) y Permaflo Pink (ULTRADENT).**

MATERIALES	X ± DE	VALOR P <sub>1</sub>	VALOR P <sub>2</sub>
<b>FILTEK FLOW Z350 3M ESPE</b>	107,03 ± 19,78		Filtek flow z35o vs bulk fill flow 0,001** Filtek flow z350 vs permaflo pink 0,001**
<b>BULK FILL 3M ESPE</b>	76,39 ± 9,94	0,001*	Bulk fill flow vs permaflo pink 1,000**
<b>PERMAFLO PINK ULTRADENT</b>	78,15 ± 12,76		

\*Prueba F de Anova de un factor

\*\* Prueba de Bonferroni



## VII. DISCUSION

El presente ensayo in vitro se realizó con el fin de evaluar la flexión biaxial de tres resinas fluidas que en la actualidad se utilizan en la práctica clínica y el desempeño que pueden tener en la cavidad oral cuando se encuentran en zonas donde existe una mayor concentración de estrés. Se evaluaron 3 grupos de estudio, dos experimentales y uno control (n=15) obteniendo un total de 45 especímenes, donde se comparó la flexión biaxial de tres resinas fluidas Filtek Flow Z350 (3M ESPE), Filtek Flow Bulk (3M ESPE) y Permaflo Pink (ULTRADENT), a las 24 horas. Se usó la fórmula de comparación de dos promedios con un nivel de confianza de 95% y un poder estadístico de 80%. Para llevar a cabo el estudio, se realizó la prueba de flexión de tres puntos basado en la especificación de la Organización Internacional de Normalización (ISO) 4049 para restauraciones a base de polímeros.

La flexión biaxial se define como la carga máxima o el estrés del material al ser sometido a fuerzas oblicuas que puede soportar antes de su fractura.<sup>18</sup> En este tipo de estudio se pueden observar deformaciones verticales (compresión) y horizontales (tracción); por lo tanto, se podría decir que las resistencias que actúan sobre las superficies son traccionales y compresivas.<sup>14</sup>

Debido a que los compuestos de resina son un material de elección para restablecer la pérdida de la estructura dental; los problemas asociados con la contracción volumétrica y la fractura todavía se consideran como principales preocupaciones. En un intento por mejorar su desempeño clínico aumentando sus propiedades mecánicas y físicas, se ha sugerido evaluar cada uno de sus componentes, como la matriz de resina, el relleno, la interfaz, y la cantidad en la que pudiera alterar las propiedades del material ya sea variando el tamaño de las partículas, el porcentaje, o mediante los cambios químicos de la matriz polimérica.<sup>11</sup>

En el presente estudio se encontró que la resina compuesta fluida Filtek Flow XT Z350 (3M ESPE) presentó una resistencia a la flexión más elevada ( $107,03 \pm 19,78$  Mpa); por otro lado, las resinas fluidas microhíbridadas usadas en el presente ensayo obtuvieron valores ligeramente inferiores para la

resina filtek Bulk Fill flow (3M ESPE) fue  $76,39 \pm 9,94$  Mpa y para Permaflo Pink (ULTRADENT) fue  $78,15 \pm 12,76$  Mpa. Esta diferencia en la flexión biaxial entre los grupos de estudio podría deberse dos factores; al tamaño de las partículas incorporadas en la matriz de resina el mismo que ha ido decreciendo en la evolución de la composición química de estos biomateriales, desde las microhíbridas hasta las nanoparticuladas;<sup>19</sup> y a que cada uno de los compuestos evaluados en este estudio in vitro tiene un tipo diferente de matriz orgánica.<sup>4</sup>

Los resultados encontrados en el presente ensayo in vitro se asemejan a los encontrados con otros estudios.<sup>4,15,17</sup> Spazzin et al.<sup>15</sup> al comparar resistencia a la flexión biaxial de dos resinas fluidas (Filtek Flow XT Z350 – Tetric N flow) y dos agentes cementantes, encontró resultados ligeramente inferiores ( $99 \pm 10$  Mpa) para la resina Filtek Flow evaluada en este estudio in vitro. Estos resultados podrían atribuirse al tipo de máquina de ensayo universal y fuente de luz led utilizada en su estudio (Bluephase, ivoclar vivadent 1100 mw/cm<sup>2</sup>), otra diferencia en los resultados de ambos estudios podría ser contenido de nanoclusters en su relleno y el porcentaje de carga en peso (65%) y volumen (55%). Los *nanoclusters* son aglomerados de partículas de sílice y zirconio parecidos a unos racimos de uva con un tamaño de 5-20nm rodeados de silano, para garantizar la unión y adhesión a la matriz orgánica y a su vez mejora considerablemente sus propiedades físico mecánicas.<sup>20</sup> La superficie porosa del nanocluster aumenta la unión con la matriz orgánica lo que mejora la resistencia a la fractura debido a su capacidad de deformación, absorción y disipación de tensiones en el proceso de polimerización lo que podría aumentar la longevidad de las restauraciones.<sup>21,7</sup>

Por otro lado, Leprince et al.<sup>16</sup> al evaluar las propiedades físico mecánicas de ocho resinas fluidas Bulk, encontró valores similares (88.4 Mpa) a los encontrados en el presente estudio ( $76,39 \pm 9,94$  Mpa), siendo valores más bajos en comparación con el grupo control. De la misma forma, Attar et al.<sup>19</sup> al evaluar la fluidez, resistencia, rigidez y radiopacidad de las resinas compuestas fluidas encontró valores similares a los encontrados en este estudio para la resina Permaflo Pink ( $88.9 \pm 15.6$

Mpa). Estos resultados encontrados podrían deberse a las diferencias en la composición química de la matriz orgánica (peso molecular, viscosidad y estructura), tales como la proporción de los monómeros incluidos en la red del polímero para reducir el estrés de contracción, fotoiniciadores, disminución del contenido; así como también, el tipo, tamaño, distribución, cantidad e interacción de las partículas inorgánicas, y la matriz que presenta el material de restauración.<sup>2,10,13,16,17</sup> Por lo tanto, no podríamos atribuir la diferencia encontrada en los resultados de este estudio solamente a la disminución del relleno inorgánico.<sup>4,7</sup> Otra razón podría ser que las muestras del estudio fueron fotopolimerizadas por más tiempo que las indicaciones del fabricante (40 s); por consiguiente, es posible que cada material haya reaccionado de acuerdo a su composición química.<sup>4</sup>

Una buena unión entre las partículas de relleno y la matriz orgánica es crucial para transferir una tensión efectiva que inflencie la resistencia mecánica del compuesto.<sup>11</sup> Ferracane et al.<sup>2</sup> en su estudio encontró que la correlación entre el % de relleno y el % de volumen tienen una gran influencia en las propiedades mecánicas del material. En este sentido, cuanto mayor sea el contenido de relleno, mayor será el módulo de elasticidad y mayor será la resistencia a la deformación.<sup>2,10</sup>

Con respecto al relleno inorgánico los resultados de la resistencia a la flexión biaxial de las resinas compuestas fluidas utilizadas en el presente estudio in vitro podría deberse a las diferencias entre el contenido de la matriz orgánica y el tamaño y cantidad del relleno inorgánico, siendo de 5 nm - 100 nm para Filtek Flow XT Z350 (3M ESPE), 0.1  $\mu$ m – 5.0  $\mu$ m Para Bulk Fill (3M ESPE) y 1  $\mu$ m para Permaflo Pink (ULTRADENT) y el porcentaje de peso del contenido de relleno (65%, 64.5% y 68% en peso) y volumen respectivamente (55%, 42%).<sup>2</sup>

A pesar de su facilidad en el manejo, existe una preocupación por sus bajas propiedades mecánicas debido a la disminución en el contenido de relleno y la adición en gran cantidad de monómeros diluyentes, como lo es el TEGDMA con el fin de reducir la viscosidad del Bis-GMA o UDMA. Esto hace que el material no tenga capacidad de resistir la deformación cuando son sometidos a cargas.

Un mayor contenido de relleno provee un mayor módulo de elasticidad y resistencia a la flexión; por otra parte, un menor contenido de relleno provee una mayor contracción en la polimerización y una menor resistencia a la flexión.<sup>10</sup>

En cuanto a las limitaciones del estudio es importante mencionar que por ser un estudio in vitro es muy difícil simular la cavidad oral la cual contiene saliva, placa bacteriana o el estrés parafuncional a los que son sometidos estos materiales durante cargas masticatorias. Por otra parte, la ausencia de datos por parte de los fabricantes sobre las proporciones de los diferentes monómeros hace que la interpretación de los resultados sea más difícil. Se recomienda usar dos pruebas distintas para evaluar la resistencia a la flexión biaxial mediante la prueba de *Three point bending test* y *ball on three ball* y comparar sus resultados, también se sugiere realizar este estudio con otras marcas de resinas fluidas que contengan mayor carga inorgánica para así comparar si existe alguna diferencia significativa entre ellas.

La resina filtek flow 3M ESPE obtuvo mejores resultados, esto podría deberse a la presencia del clúster las cuales son partículas nanométricas parecidas a un racimo de uvas contenidas en la matriz orgánica las mismas que actúan como un soporte del nanorelleno debido a su capacidad de absorción, deformación y disipación del estrés.

## VIII. CONCLUSIONES

1. La resina Filtek Flow Z350 presentó una mayor flexión biaxial que las resinas Filtek Flow Bulk y Permaflo Pink.
2. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la flexión biaxial entre las resinas fluidas Filtek Flow Bulk y Permaflo Pink; sin embargo, para la resina Filtek Flow Z350 existieron diferencias estadísticamente significativas al ser comparada con los otros dos grupos de estudio.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Taher N. M. Mechanical properties of flowable composites. *Saudi Dent J.* 2001; 13(1):20-4.
2. Baroudi K, Rodrigues JC. Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Considerations. *J Clin Diagn Res.* 2015; 9(6):18–24.
3. Ferracane, JL. Resin composite: State of the art. *Dent Mater J.* 2011; 27(1):29-38.
4. Imai A, Takamizawa T, Sugimura R, Tsujimoto A, Ishii R, Kawazu M, Miyazaki M. Interrelation among the handling, mechanical, and wear properties of the newly developed flowable resin composites. *J Mech Behav Biomed.* 2019; 89:72-80.
5. Kattan H, Chatzistavrou X, Boynton J, Dennison J, Yaman P, Papagerakis P. Physical properties of an ag-doped bioactive flowable composite resin. *Materials.* 2015; 8(8), 4668-78.
6. Conte JN, Goodchild JH. Flowable composite resins: do they decrease microleakage and shrinkage stress? *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995).* 2013; 34(4):1-6.
7. Rodríguez HA, Kriven WM, Casanova H. Development of mechanical properties in dental resin composite: Effect of filler size and filler aggregation state. *Mater Sci Eng C.* 2019; 101: 274-82
8. Ilie N, Hilton TJ, Heintze SD, Hickel R, Watts DC, Silikas N, Ferracane JL. Academy of dental materials guidance-Resin composites: Part I-Mechanical properties. *Dent Mater.* 2017; 33(8): 880-94.
9. Razooki A, Al Aubi I, Rahman A. Flexural strength evaluation of tetric evoceram bulk-fill composite in comparison with traditional composites. *Pakistan oral & dental journal.* 2017; 37(2): 347-50.
10. Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Aust Dent J,* 2011; 56, 59-66.

11. Abouelleil H, Pradelle N, Villat C, Attik N, Colon P, Grosogeat B. Comparison of mechanical properties of a new fiber reinforced composite and bulk filling composites. *Restor Dent Endod*. 2015; 40(4): 262-70.
12. Caixeta RV, Guiraldo RD, Berger SB, Kaneshima EN, Júnior ÉMF, Drumond AC, Lopes MB. Influence of glass-fiber reinforcement on the flexural strength of different resin composites. *Appl Adhesion Science*. 2015; 3(1): 24.
13. Jager S, Balthazard R, Dahoun A, Mortier E. Filler content, surface microhardness, and rheological properties of various flowable resin composites. *Oper Dent*. 2016; 41(6): 655-65.
14. Rueggeberg FA, Cole MA, Looney SW, Vickers A, Swift EJ. Comparison of manufacturer-recommended exposure durations with those determined using biaxial flexure strength and scraped composite thickness among a variety of light-curing units. *J Esthet Restor Dent*. 2009; 21(1): 43-61.
15. Spazzin AO, Guarda GB, Oliveira-Ogliari A, Leal FB, Correr-Sobrinho L, Moraes RR. Strengthening of porcelain provided by resin cements and flowable composites. *Oper Dent*. 2016 41(2): 179-88.
16. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent*. 2014; 42(8): 993-1000.
17. Cadenaro M, Marchesi G, Antonioli F, Davidson C, Dorigo EDS, Breschi L. Flowability of composites is no guarantee for contraction stress reduction. *Dental Materials*. 2009; 25(5): 649-53

18. Ruiz JM, Ceballos L, Fuentes MV, Osorio R, Toledano M, García-Godoy F. Propiedades mecánicas de resinas compuestas modificadas o no con poliácidos. *Avances en Odontoestomatología*. 2003; 19(6), 291-97.
19. Attar N, Tam LE, McComb D. Flow, strength, stiffness and radiopacity of flowable resin composites. *J. Can. Dent. Assoc.* 2003; 69(8), 516-21.
20. Khurshid Z, Zafar M, Qasim S, Shahab S, Naseem M, AbuReqaiba A. Advances in nanotechnology for restorative dentistry. *Materials*. 2015; 8(2), 717-31.
21. Curtis AR, Palin WM, Fleming GJ, Shortall AC, Marquis PM. The mechanical properties of nanofilled resin-based composites: the impact of dry and wet cyclic pre-loading on bi-axial flexure strength. *Dent Mater*. 2009; 25(2), 188-97.



**ANEXOS**
**Anexo 1**

Ficha de recolección de datos para la resina Filtek flow Z350, filtek flow bulk y permaflo pink.

	<b>Filtek Flow Z350 (3M ESPE).</b>	<b>Filtek Flow Bulk (3M ESPE)</b>	<b>Permaflo Pink (ULTRADENT)</b>	<b>Flexión Biaxial X +-DE</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>				

UNIDADES DE ANALISIS	N	FLEXION BIAXIAL
		X +-DE
FILTEK FLOW Z350 3M ESPE		
BULK FILL 3M ESPE		
PERMAFLO PINK ULTRADENT		



**MECALAB** S.A.C.  
PROFESIONALES EN CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MF - 2016 - 037**

Página 2 de 2

**8. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:**

**MEDICIÓN DE TRACCIÓN**

Indicación del Patrón (N)	Indicación del Equipo (N)	Corrección (N)	Incertidumbre (N)
500,00	502,84	-2,84	2,67
1 000,00	1005,61	-5,61	3,92
1 500,00	1508,56	-8,56	6,49
2 000,00	2013,24	-13,24	9,00
2 500,00	2515,33	-15,33	14,09
3 000,00	3022,76	-22,76	19,04
3 500,00	3523,81	-23,81	17,27
4 000,00	4027,12	-27,12	15,71
4 500,00	4539,62	-39,62	19,07
5 000,00	5040,33	-40,33	21,67

Indicación del Equipo (N)	Errores Relativos				Incertidumbre Expandida E (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	
502,84	-0,56	0,42	---	---	0,53
1 005,61	-0,56	0,62	---	---	0,39
1 508,56	-0,57	0,33	---	---	0,43
2 013,24	-0,66	0,17	---	---	0,45
2 515,33	-0,61	0,36	---	---	0,56
3 022,76	-0,75	0,25	---	---	0,63
3 523,81	-0,68	0,43	---	---	0,49
4 027,12	-0,67	0,29	---	---	0,39
4 539,62	-0,87	0,33	---	---	0,42
5 040,33	-0,80	0,47	---	---	0,43

Retorno a cero  $f_0$  = 0,00%

Error relativo máximo permitido según la clase de la escala de la máquina de ensayo (ISO 7500-1)

Clase de la escala de la máquina	Errores Relativos				
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	Cero $f_0$ (%)
0,50	± 0,5	0,50	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,00	± 1,5	0,50	± 0,1
2	± 2,0	2,00	± 3,0	1,00	± 0,2
3	± 3,0	3,00	± 4,5	1,50	± 0,3

**9. CONCLUSIONES:**

- De las mediciones realizadas se concluye que el equipo se encuentra calibrado debido a que los valores medidos están dentro del rango normal de operación.
- Se recomienda realizar la próxima calibración en un plazo no mayor a un año desde la emisión.



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE MECALAB S.A.C.

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE MECALAB S.A.C.  
 Av. Lurigancho N° 1063 Urb. Horizonte de Zárate San Juan de Lurigancho, Lima - Perú  
 Teléfonos: (51-1) 253-9166 / RPM #990 100 068 / RPM #990 200 455  
 www.mecalabsac.com / E-mail: ventas@mecalabsac@hotmail.com / ventas@mecalabsac.com



**MECALAB** S.A.C.  
PROFESIONALES EN CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MF - 2016 - 037**

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2016-10-23  
Expediente: MC-2016-1343

- 1. SOLICITANTE** : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.  
Dirección : Av. Fray Bartolome de las Casas Nro. 584 Urb. Los Jardines, San Martín de Porres - Lima - Lima.
- 2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : MAQUINA DIGITAL DE ENSAYOS UNIVERSALES  
Marca : LG  
Modelo : CMT-5L  
Serie : 7419  
Identificación : No indica  
Rango de indicación : 900,00 N  
División mínima : 0,01 N  
Tipo de Ensayo : Tracción  
Tipo de Indicación : Digital  
Procedencia : Korea  
Librición : No indica  
Fecha de Calibración : 2016-10-22

**3. METODO DE CALIBRACIÓN:**

La calibración se realizó por medición directa y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad nacional. Se tomó como referencia la norma ISO 7500-1: 2004 Materiales Metálicos. Verificación de máquinas de ensayos universales parte 1. Máquinas de ensayo tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de módulo de fuerza.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:**

Laboratorio de Calibración de MECALAB S.A.C.  
Av. Lurigancho Nro. 1063, San Juan de Lurigancho - Lima

**5. CONDICIONES AMBIENTALES:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,3	20,4
Humedad Relativa (%HR)	59	57

**6. PATRONES DE REFERENCIA:**

Patrón	Marca	Modelo	Certificado de Calibración
Termogravímetro	Control Company	4087	LT-083-2016 INACAL-OM
Juego de pesas	5 kg, 10 kg y 20 kg / M2	Ninguna	MM-2016-003 MECALAB S.A.C.
Juego de pesas	5 kg, 10 kg y 20 kg / M2	Ninguna	MM-2016-003 MECALAB S.A.C.

**7. OBSERVACIONES:**

- El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
- La incertidumbre de la medición que se presenta está basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.



*[Firma]*  
Jorge J. Padilla Baetas  
Gerente de Metrología

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE MECALAB S.A.C.

Av. Lurigancho N° 1063 Urb. Horizonte de Zárate San Juan de Lurigancho, Lima - Perú  
Teléfonos: (51-1) 253-9166 / RPM #990 100 068 / RPM #990 200 455  
www.mecalabsac.com / E-mail: ventasmecalabsac@hotmail.com / ventas@mecalabsac.com