



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

FACTORES PREDICTORES DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE DIFERENTES RESINAS FLUIDAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO: UN MODELO DE REGRESION LINEAL

**Línea de investigación:
Biomateriales**

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autor

Ortega Garay, Cristhian Michel

Asesor

Mayta Tovalino, Frank Roger

ORCID: 0000-0002-3280-0024

Jurado

Alvitez Temoche, Daniel Augusto

Galarza Valencia, Diego Javier

Silva Aroni, Herbert Francisco

Lima - Perú

2026

FACTORES PREDICTORES DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE DIFERENTES RESINAS FLUIDAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO: UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	11%	4%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal	3%
	Trabajo del estudiante	
2	revistas.cientifica.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unfv.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.cientifica.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	upc.aws.openrepository.com	<1%
	Fuente de Internet	
6	revodontolunesp.com.br	<1%
	Fuente de Internet	
7	www.coursehero.com	<1%
	Fuente de Internet	
8	Submitted to Universidad Cientifica del Sur	<1%
	Trabajo del estudiante	
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	<1%
	Trabajo del estudiante	
10	www.jove.com	<1%
	Fuente de Internet	
11	www.ncbi.nlm.nih.gov	<1%
	Fuente de Internet	



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

FACTORES PREDICTORES DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE DIFERENTES RESINAS FLUIDAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO: UN MODELO DE REGRESION LINEAL

Línea de investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autor

Ortega Garay, Cristhian Michel

Asesor

Mayta Tovalino, Frank Roger

ORCID: 0000-0002-3280-0024

Jurado

Alvitez Temoche, Daniel Augusto

Galarza Valencia, Diego Javier

Silva Aroni, Herbert Francisco

Lima – Perú

2026

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, con todo mi corazón, a mi madre, Matilde, y a mi hermano, Joel, quienes han estado siempre a mi lado, brindándome su amor, apoyo incondicional y fortaleza en cada etapa de este camino.

Gracias por creer en mí, por alentarme en los momentos difíciles y por acompañarme hasta alcanzar este importante objetivo en mi vida. Este logro también les pertenece, porque sin su cariño y confianza nada de esto habría sido posible.

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios por ser mi guía constante, por brindarme fortaleza y sabiduría, y por permitirme culminar esta tesis, alcanzando así un importante objetivo en mi formación profesional.

Expreso mi agradecimiento al Dr. Frank Mayta Tovalino por la asesoría brindada durante el desarrollo de este trabajo de investigación. Asimismo, agradezco a mis docentes de la carrera, en especial a la Dra. Julia Medina y Mendoza, por su orientación, apoyo y los valiosos conocimientos compartidos a lo largo de mi formación académica.

Agradezco de manera muy especial a Yesenia por su inmenso amor, comprensión y apoyo incondicional durante todo este proceso. A nuestra querida hija Ariana, por ser mi mayor inspiración, motivación y esperanza para seguir adelante y alcanzar esta meta.

Finalmente, expreso mi gratitud a la Universidad Nacional Federico Villarreal por brindarme la oportunidad de formarme como profesional y contribuir a mi crecimiento académico y personal.

ÍNDICE

RESUMEN...	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	2
1.2. Antecedentes	3
1.3. Objetivos	7
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	7
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	7
1.4. Justificación.....	7
1.4.1. <i>Justificación teórica</i>	7
1.4.2. <i>Justificación práctica</i>	8
1.4.3. <i>Justificación social</i>	8
II. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	9
2.1.1. <i>Resina fluida</i>	9
2.1.2. <i>Resistencia a la flexión</i>	12
2.1.3. <i>Envejecimiento artificial</i>	13
III. MÉTODO	14
3.1. Tipo de investigación	14
3.2. Ámbito temporal y espacial	14
3.3. Variables	14
3.3.1. <i>Variable dependiente</i>	14
3.3.2. <i>Variable independiente</i>	14
3.3.3. <i>Operacionalización de variables</i>	15

3.4. Población y muestra	16
3.4.1. <i>Criterios de inclusión</i>	16
3.4.2. <i>Criterios de exclusión</i>	16
3.5. Instrumentos.....	17
3.6. Procedimientos.....	17
3.6.1. <i>Capacitación</i>	17
3.6.2. <i>Elaboración de especímenes</i>	17
3.6.3. <i>Proceso de envejecimiento artificial</i>	17
3.6.4. <i>Prueba de resistencia a la flexión</i>	18
3.7. Análisis de datos	18
3.8. Consideraciones éticas	18
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	24
VI. CONCLUSIONES.....	30
VII. RECOMENDACIONES	31
VIII. REFERENCIAS.....	32
IX. ANEXOS	38
9.1. Anexo A.....	38
9.1.1. <i>Matriz de consistencia</i>	38
9.2. Anexo B.....	39
9.2.1. <i>Cálculo muestral</i>	39
9.3. Anexo C.....	40
9.3.1. <i>Ficha de recolección</i>	40
9.4. Anexo D	44
9.4.1. <i>Procedimiento</i>	44

9.5. Anexo E.....	47
9.5.1. <i>Informes del laboratorio</i>	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resistencia a la flexión de las resinas evaluadas a las 0 ciclos y 5000 ciclos por termociclaje.....	20
Tabla 2. Resistencia a la flexión de las resinas evaluadas con 0 ciclos de termociclaje.....	21
Tabla 3. Resistencia a la flexión de las resinas evaluadas con 5000 ciclos de termociclaje.....	22
Tabla 4. Factores predictores de la resistencia a la flexión de diferentes resinas fluidas sometidas a envejecimiento: un modelo de regresión lineal.....	23

RESUMEN

Objetivo: Comparar los factores predictores asociados con la resistencia a la flexión de diferentes resinas fluidas sometidas a envejecimiento mediante un modelo de regresión lineal.

Método: Se prepararon especímenes de Tetric™ N-Flow, Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative y Beautifil™ Flow Plus F00 siguiendo la norma ISO 4049, con dimensiones de $25 \times 2 \times 2$ mm. Todos fueron fotopolimerizados con lámpara LED y almacenados 24 h en agua destilada a 37 °C. Posteriormente se sometieron a 5000 ciclos de termociclado. La resistencia a la flexión se evaluó mediante un ensayo de flexión en tres puntos a 1 mm/min hasta la fractura.

Resultados: A 0 ciclos, se observaron diferencias significativas entre los grupos ($p=0,006$). El análisis post hoc mostró que Filtek™ presentó valores superiores únicamente frente a Tetric™ N-Flow ($p=0,004$). Tras 5000 ciclos, persistieron diferencias significativas ($p=0,002$), con Filtek™ exhibiendo mayor resistencia que Beautifil™ ($p=0,001$). Tetric™ N-Flow fue el único material que incrementó significativamente su resistencia después del envejecimiento ($p=0,016$). En el análisis de regresión, el termociclado mostró un efecto positivo significativo sobre la resistencia flexural, mientras que el ancho de la muestra y el sistema de resina presentaron efectos negativos significativos. El espesor no mostró influencia estadísticamente relevante. **Conclusiones:** Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative presentó la mayor resistencia a la flexión en ambos periodos evaluados. El termociclado incrementó significativamente la resistencia solo en Tetric™ N-Flow y fue el único predictor positivo del modelo, mientras que el ancho y el sistema de resina disminuyeron la resistencia.

Palabras clave: resistencia a la flexión, resina fluida, envejecimiento.

ABSTRACT

Objective: To compare the predictive factors associated with the flexural strength of different flowable resin composites subjected to aging using a linear regression model. **Method:** Specimens of Tetric™ N-Flow, Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative, and Beautifil™ Flow Plus F00 were prepared according to ISO 4049, with dimensions of $25 \times 2 \times 2$ mm. All specimens were light-cured with an LED unit and stored for 24 h in distilled water at 37 °C. They were subsequently subjected to 5000 thermocycling cycles. Flexural strength was evaluated using a three-point bending test at 1 mm/min until fracture. **Results:** At 0 cycles, significant differences were observed among groups ($p=0.006$). Post hoc analysis showed that Filtek™ presented significantly higher values only compared with Tetric™ N-Flow ($p=0.004$). After 5000 cycles, significant differences persisted ($p=0.002$), with Filtek™ showing higher resistance than Beautifil™ ($p=0.001$). Tetric™ N-Flow was the only material that showed a significant increase in resistance after aging ($p=0.016$). Regression analysis indicated that thermocycling had a significant positive effect on flexural strength, whereas specimen width and resin system showed significant negative effects. Thickness had no statistically relevant influence. **Conclusions:** Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative exhibited the highest flexural strength at both evaluation periods. Thermocycling significantly increased resistance only in Tetric™ N-Flow and was the only positive predictor in the model, whereas width and resin system reduced flexural strength.

Keywords: flexural strength, flowable resin, aging.

I. INTRODUCCIÓN

Desde la década de 1990, el uso de resinas compuestas ha mostrado un crecimiento sostenido, impulsado por su capacidad para imitar de manera estética la estructura dental natural, lo que ha representado una ventaja tanto para los pacientes como para los profesionales en odontología. La resina compuesta comenzó a indicarse en preparaciones cavitarias más grandes a medida que sus propiedades se fueron equiparando a las de la amalgama. Aunque inicialmente existía preocupación por el desgaste en restauraciones posteriores, los avances en la aplicación del silano, la carga y el tamaño de los rellenos han mejorado notablemente su resistencia (Burgess et al., 2002).

Los composites de consistencia fluida representan una categoría heterogénea, marcada por una gran variabilidad en su composición y, por tanto, en sus propiedades estructurales y funcionales. Esta variabilidad requiere que los profesionales clínicos sean conscientes de sus diferencias y seleccionen el material más adecuado según cada situación clínica. Cabe destacar que los composites fluidos son miembros relativamente recientes dentro de la familia de los composites convencionales (Baroudi y Rodrigues, 2015).

Los composites fluidos de nueva generación presentan propiedades mecánicas y de adhesión reducidas justo después de la polimerización, mejorando a las 24 horas. La contracción de polimerización puede generar espacios y comprometer la adaptación, por lo que es clave seguir investigando su comportamiento en las primeras etapas tras su aplicación (Tsujimoto et al., 2021).

En los composites fluidos podrían existir correlaciones negativas entre el módulo de flexión y los parámetros de desgaste, independientemente del contenido de relleno inorgánico (Imai et al., 2019).

Existen investigaciones que han evaluado el desempeño clínico de los composites fluidos y han encontrado que, tras tres años de uso, su eficacia es comparable a la de los

composites convencionales en el tratamiento de lesiones cariosas y no cariosas (Shaan, 2017).

El empleo de resinas compuestas fluidas podría brindar ciertas ventajas en la práctica clínica, como una manipulación más simple, una adaptación superior a las superficies de la cavidad y una colocación más ágil (Kitasako et al., 2016).

La presente investigación tiene como propósito evaluar los factores predictores de la resistencia a la flexión de diferentes resinas fluidas sometidas a envejecimiento mediante un modelo de regresión lineal.

1.1. Descripción y formulación del problema

Las resinas compuestas fluidas han ganado popularidad en odontología restauradora debido a su facilidad de manejo, mejor adaptación a las paredes cavitarias y reducción del tiempo de trabajo en la restauración. Sin embargo, las características mecánicas de estos materiales siguen siendo motivo de cuestionamiento cuando se comparan con las resinas compuestas en pasta tradicionales (Kitasako et al., 2016).

De acuerdo con estudios previos, algunas resinas compuestas fluidas altamente cargadas presentan mejores propiedades de resistencia a la flexión y al desgaste frente a las resinas compuestas tradicionales en pasta (Imai et al., 2019).

Las propiedades de curado, resistencia y desgaste de las resinas fluidas varían según el material. Algunas presentan mejor comportamiento frente al desgaste y mayor facilidad de manejo. Estas variaciones están vinculadas a aspectos como la cantidad de relleno, la fuerza necesaria para su extrusión y la tendencia a la formación de hilos, factores que pueden repercutir en su comportamiento clínico y en la selección del material más apropiado según el caso (Hirokane et al., 2021).

Dada la creciente oferta de composites fluidos con alto contenido de relleno en el mercado, es fundamental evaluar sus propiedades mecánicas y definir con precisión sus indicaciones clínicas. En este marco, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles

son los factores predictores de la resistencia a la flexión de diferentes resinas fluidas sometidas a envejecimiento?

1.2. Antecedentes

Rajabi et al. (2024) investigaron y compararon el desgaste y la resistencia a la flexión de dos resinas compuestas altamente rellenas inyectables, una fluida convencional y una en pasta. Se evaluaron G-aenial Universal Injectable, Empress Direct, Tetric EvoFlow y Beautifil Plus F00 mediante un ensayo de desgaste de dos cuerpos con 10 muestras en forma de disco por grupo, sometidas a 200,000 ciclos en una máquina de desgaste, seguido de análisis con microscopía electrónica de barrido, y una prueba mecánica de flexión en tres puntos para medir la resistencia flexural con 15 muestras en forma de barra por grupo, utilizando ANOVA para resistencia a la flexión y la aplicación del test de Kruskal-Wallis para comparar los grupos de estudio. Se evidenció que G-aenial Universal Injectable y Beautifil Plus F00 presentaron una menor pérdida de volumen en comparación con Empress Direct y Tetric EvoFlow, en contraste, las resinas compuestas inyectables con alto contenido de relleno evidenciaron una resistencia a la flexión superior de manera significativa ($p < 0.004$ y $p < 0.001$, respectivamente), sin detectarse diferencias estadísticas entre ambas. Se concluyó que las resinas compuestas altamente rellenas con nanopartículas superaron en resistencia al desgaste y a la flexión a una resina fluida convencional y a una en pasta, lo que sugiere su idoneidad para áreas oclusales sometidas a carga.

Basheer et al. (2024) evaluaron las propiedades físicas y mecánicas de resinas compuestas fluidas de alta resistencia en comparación con resinas compuestas convencionales de uso general. Se analizaron cuatro resinas fluidas de alta resistencia (Genial Universal FLO, Gaenial Universal Injectable, Beautifil Flow Plus y Beautifil Injectable), mientras que Filtek Z350 XT se utilizó como control. Para evaluar la resistencia a la flexión, se prepararon diez muestras rectangulares de cada material y se sometieron a 5000 ciclos de termociclado antes

de la prueba en una máquina de ensayo universal. Además, se fabricaron veinte muestras en forma de disco por material para evaluar la rugosidad superficial ($n=10$) y la dureza ($n=10$), con 5000 ciclos de termociclado previos al análisis. Se realizó también un ensayo de microfiltración en 60 cavidades clase V en molares, divididas en cinco grupos ($n=12$), rellenas con los materiales según las indicaciones del fabricante y sometidas a 1000 ciclos de termociclado antes de la evaluación con azul de metileno y estereomicroscopio. Los resultados mostraron que todos los materiales analizados fueron comparables al grupo control en resistencia a la flexión y rugosidad superficial ($p>0.05$), con Gaenial Universal FLO presentando una resistencia a la flexión significativamente mayor en comparación con las otras resinas fluidas. Por otro lado, los resultados mostraron que, en todas las resinas estudiadas, tanto el módulo elástico como la dureza superficial fueron estadísticamente menores que en el grupo control ($p < 0.05$). En cuanto a microfiltración, el grupo control presentó puntuaciones más altas, mientras que Gaenial Universal FLO registró los valores más bajos ($p<0.05$). En conclusión, las propiedades físicas y mecánicas de las resinas fluidas de alta resistencia mostraron variabilidad según el tipo de material evaluado, por lo que algunas podrían ser una alternativa viable a las resinas convencionales en aplicaciones específicas, resaltando la importancia de que los odontólogos conozcan sus características antes de seleccionarlos.

Sulca et al. (2023) llevaron a cabo un estudio comparativo sobre la resistencia a la flexión de resinas fluidas convencionales, de tipo bulk fill y de alta carga. Para ello, elaboraron treinta especímenes con dimensiones de $2\text{ mm} \times 2\text{ mm} \times 25\text{ mm}$, empleando los materiales Tetric N-Flow (TNF), Beautifil Flow Plus F00 (BFP) y Filtek Bulk Fill Flowable Restorative (FBF), distribuidos en 3 grupos de diez muestras cada uno según la marca, y sometidos a almacenamiento en agua destilada a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. Se evaluó la resistencia a través del ensayo de flexión en tres puntos conforme a la norma ISO 4049, utilizando una máquina de ensayo universal con una velocidad de desplazamiento de $0,5\text{ mm/min}$ hasta la fractura de

las muestras. Los datos recolectados se analizaron mediante ANOVA complementado con la prueba de Tukey, estableciendo un nivel de significancia del 5%. Los hallazgos mostraron diferencias significativas entre los grupos ($p=0.011$), los resultados mostraron diferencias significativas entre BFP y TNF ($p=0.015$) y entre BFP y FBF ($p=0.035$); sin embargo, TNF y FBF no evidenciaron variaciones estadísticamente relevantes. Se concluyó que la resina fluida altamente cargada alcanzó valores superiores de resistencia a la flexión respecto a las resinas fluidas convencionales y bulk fill, sin encontrarse diferencias entre estas últimas.

Tsujimoto et al. (2021) evaluaron las propiedades de flexión y adhesión, la adaptación marginal y la contracción de polimerización en restauraciones con resinas compuestas fluidas y su relación entre ellas. Se utilizaron cuatro resinas fluidas de nueva generación, una convencional y una bulk-fill fluida. Se midieron las propiedades de flexión de los materiales y la resistencia al cizallamiento en esmalte y dentina inmediatamente y 24 horas después de la polimerización. Asimismo, se evaluaron la adaptación marginal, la contracción por polimerización y el estrés generado inmediatamente después de este proceso. Se encontró que las propiedades mecánicas y la resistencia adhesiva a esmalte y dentina eran significativamente menores inmediatamente después de la polimerización en comparación con las mediciones a las 24 horas, independientemente del tipo de resina. Los resultados evidenciaron que la contracción y el estrés dependieron del material utilizado, destacando la resina bulk-fill fluida por presentar los valores más reducidos. Se observó una asociación más fuerte entre la adaptación marginal y la contracción de polimerización con la resistencia adhesiva en dentina respecto al esmalte. De este modo, se concluyó que la baja resistencia mecánica y adhesiva de las resinas fluidas en las etapas iniciales de polimerización debe ser considerada clínicamente, además de la posibilidad de aparición de espacios y defectos de adaptación en la cavidad debido al proceso de contracción.

Shimatani et al. (2020) investigaron la deflexión cuspídea simulada y las propiedades

de flexión de resinas compuestas fluidas convencionales y bulk-fill. Se evaluaron cinco resinas bulk-fill y seis convencionales. Se prepararon bloques de aluminio con cavidades mesio-ocluso-distales y se dividieron aleatoriamente en grupos según la técnica de medición y el tipo de resina fluida. La deflexión cuspídea inducida por la polimerización se midió utilizando un micrómetro de alta precisión y un microscopio confocal de barrido láser. Asimismo, se evaluaron las propiedades de flexión y se efectuaron análisis mediante microscopía electrónica de barrido. Los hallazgos evidenciaron que algunas resinas bulk-fill presentaron una deflexión cuspídea significativamente menor o similar en comparación con las resinas fluidas convencionales, independientemente del método de medición. Se determinaron diferencias significativas en las propiedades de flexión en función del material, independientemente de la resina evaluada. A pesar de ello, el análisis de Pearson no reveló correlación estadísticamente significativa entre la deflexión cuspídea y las propiedades de flexión. Se concluyó que algunas resinas fluidas bulk-fill reducen la deflexión cuspídea con la técnica de llenado masivo en comparación con las resinas fluidas convencionales mediante la técnica de incremento, si bien no se halló una relación significativa entre la deflexión cuspídea y las propiedades de flexión correspondientes a las resinas fluidas.

Marghalani (2020) investigó la resistencia flexural de resinas bulk fill tras su inmersión en solventes que simulan el efecto de alimentos. Con este fin, se confeccionaron especímenes en barra, cada uno con medidas de $25 \times 2 \times 2$ mm, los cuales fueron fotopolimerizados con luz LED Elipar ($1,200 \text{ mW/cm}^2$ durante 20 segundos) en cuatro zonas superpuestas. Posteriormente, las muestras se distribuyeron en cuatro grupos de veinte unidades cada uno, de acuerdo con el medio de almacenamiento: agua destilada, etanol al 99%, heptano y metil etil cetona, manteniéndose a 37°C durante un periodo de cuatro semanas. Se llevó a cabo la prueba de resistencia flexural en una máquina universal, con una velocidad de aplicación de 1 mm/min. El análisis estadístico incluyó ANOVA de una y dos vías, la prueba post hoc de Tukey (HSD)

y la estadística de Weibull, estableciéndose un nivel de significancia de $p < 0,05$; revelaron que las propiedades flexurales se vieron significativamente influenciadas tanto por el tipo de resina bulk fill como por el solvente utilizado. Las propiedades disminuyeron en presencia de solventes, destacando SonicFill en agua destilada con los valores superiores ($\sigma_f = 165,77$ MPa; $E_f = 10,3$ GPa), seguido de SonicFill en etanol, X-tra Base y everX Posterior en agua. Por el contrario, los valores más reducidos correspondieron a Venus Bulk Fill en metil etil cetona ($\sigma_f = 74,11$ MPa; $E_f = 3,06$ GPa). Se concluyó que las características flexurales de las resinas bulk fill se ven condicionadas por el tipo de solvente empleado, así como por el contenido, tipo de carga y composición resínica.

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo general*

- Comparar los factores predictores de la resistencia a la flexión de diferentes resinas fluidas sometidas a envejecimiento: un modelo de regresión lineal.

1.3.2. *Objetivos específicos*

- Identificar la resistencia a la flexión de las resinas evaluadas a los 0 ciclos y 5000 ciclos por termociclaje.
- Identificar la resistencia a la flexión de las resinas evaluadas con 0 ciclos de termociclaje.
- Identificar la resistencia a la flexión de las resinas evaluadas con 5000 ciclos de termociclaje.

1.4. Justificación

1.4.1. *Teórica*

El estudio de la resistencia flexural de las resinas compuestas fluidas sometidas a envejecimiento artificial es fundamental para ampliar el conocimiento sobre el comportamiento mecánico de estos materiales en condiciones simuladas de uso prolongado. La literatura ha

señalado variaciones en las propiedades mecánicas de las resinas fluidas, dependiendo de su composición y grado de relleno, lo que influye en su desempeño clínico. Sin embargo, persisten discrepancias sobre su durabilidad en el tiempo y su capacidad para resistir las cargas masticatorias sin comprometer su integridad estructural. Este trabajo contribuirá al conocimiento en odontología restauradora mediante la provisión de evidencia científica que evalúe cómo el envejecimiento artificial incide en el comportamiento flexural de diferentes resinas fluidas, permitiendo contrastar hallazgos previos y fortalecer el desarrollo de nuevas formulaciones más resistentes.

1.4.2. *Práctica*

Desde un enfoque clínico, la resistencia flexural de las resinas compuestas fluidas es un factor determinante en su indicación para restauraciones en zonas sometidas a estrés masticatorio. La comparación de distintos materiales permitirá identificar cuáles ofrecen un mejor desempeño ante el envejecimiento artificial, orientando a los odontólogos en la selección de materiales más adecuados para restauraciones duraderas. Además, los resultados podrán ser utilizados por fabricantes para optimizar sus formulaciones y desarrollar productos con mejores propiedades mecánicas, lo que impactará en la longevidad y éxito de los tratamientos.

1.4.3. *Social*

El adecuado desempeño de los materiales restauradores es crucial para garantizar la salud bucodental comunitaria, ya que fallas en las restauraciones pueden derivar en tratamientos adicionales, aumento de costos y molestias para los pacientes. Al proporcionar información sobre la resistencia de diferentes resinas fluidas, este estudio contribuirá a fortalecer la atención odontológica, promoviendo el uso de materiales más duraderos y reduciendo la necesidad de reemplazos frecuentes. En consecuencia, se favorece la sostenibilidad de los tratamientos restauradores, beneficiando tanto a los pacientes como a los sistemas de salud pública y privada.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Resina fluida*

Los composites fluidos basados en resina son materiales que derivan de los composites convencionales, pero con una menor cantidad de carga de relleno, que varía entre un 37 % y poseen una carga de relleno cercana al 53 % en volumen, lo que contrasta con el rango del 50% al 70% característico de los compuestos híbridos de minirrelleno convencionales. Esta disminución en la proporción de carga incide directamente en la viscosidad del material, proporcionándole una textura más fluida. Como resultado, se caracterizan por ajustarse con mayor precisión a las paredes de la cavidad y por ofrecer mayor facilidad de aplicación en zonas de acceso limitado (Murchison et al., 1999).

La mayoría de los fabricantes comercializan estos materiales en jeringas pequeñas con agujas de calibre fino, lo que permite una aplicación más precisa y controlada. Debido a su baja viscosidad y facilidad de manipulación (Murchison et al., 1999).

Los composites fluidos representan un conjunto diverso de materiales con diferencias en su composición influyen directamente en sus características físicas y mecánicas. Esta heterogeneidad exige que el profesional seleccione el material más apropiado según las necesidades clínicas de cada caso. Aunque forman parte relativamente reciente dentro de la familia de composites convencionales y aún no se dispone de suficiente evidencia clínica a largo plazo sobre su desempeño en el medio oral, su uso se ha consolidado progresivamente. Lejos de ser considerados una tendencia pasajera, se han convertido en una alternativa versátil en distintos procedimientos estéticos y se proyectan como un material con gran potencial para el futuro (Baroudi y Rodrigues, 2015).

2.1.1.1. Indicaciones clínicas de los compuestos fluidos. Dentro de las indicaciones tenemos las siguientes:

A. Restauraciones preventivas de resina. Las restauraciones preventivas de resina para clase I oclusal mínimamente invasiva han sido propuestas como una alternativa conservadora para el manejo de fosas y fisuras. Se ha sugerido que tanto el composite de resina fluida como el compómero fluido pueden emplearse en este tipo de procedimientos, aunque es indispensable realizar un control clínico riguroso debido al riesgo de fracaso en superficies sin caries. En caso de fractura o pérdida, la reparación debe llevarse a cabo de manera inmediata (Qin y Lui, 2005).

En una encuesta, se reportó que la mayoría de odontopediatras realizan restauraciones preventivas de resina y coinciden en la necesidad de contar con un código específico en la terminología dental actual, ya que su ausencia podría incentivar procedimientos más invasivos (Savage et al., 2009).

B. Selladores de fosas y fisuras. Según una revisión basada en evidencia, los materiales fluidos son la primera opción para selladores de fosas y fisuras (Beauchamp et al., 2008).

No obstante, para lograr una colocación eficaz y garantizar la retención a largo plazo de estos materiales, es imprescindible realizar una limpieza adecuada de las fosas y fisuras, aplicar un grabado ácido correcto en las superficies y mantener un campo operatorio seco, libre de contaminación salival, hasta que el sellador sea colocado y polimerizado. Al comparar la retención de los composites fluidos con los selladores convencionales a base de resina, se determinó que los composites fluidos mostraron una mayor capacidad de retención cuando se utilizaron como selladores en fosas y fisuras (Jafarzadeh et al., 2010).

De igual manera, se ha determinado que las resinas compuestas fluidas requieren ser utilizadas junto con agentes de unión a la dentina, pues esta combinación mejora la resistencia adhesiva al esmalte en las fisuras, reduce la microfiltración marginal y favorece una mayor retención (Dukic y Glavina, 2007).

C. Restauraciones mínimamente invasivas de clase II. En el sellado del margen

gingival para evitar deficiencias el uso de composite fluido como revestimiento en restauraciones tipo sándwich abierto puede disminuir de manera significativa la microfiltración, favoreciendo así un mejor sellado marginal cuando el margen cervical se encuentra en cemento. Por otro lado, se ha demostrado que el sellado marginal de los composites nanorrellenos no presenta diferencias relevantes, independientemente de si se emplea o no un revestimiento fluido autoadhesivo, al menos durante un seguimiento de seis meses (Mishra et al., 2018).

D. Lesiones de abfracción de clase V. La combinación de resina fluida y composite híbrido fotopolimerizados de manera independiente mostró los mejores resultados, mientras que al co-polimerizarlos se observó una mayor microfiltración. De manera global, la resistencia a la microfiltración del composite fluido empleado como material restaurador es comparable a la del composite híbrido (Yazici et al., 2003).

2.1.1.2. Ventajas y desventajas de las resinas fluidas. Los composites fluidos presentan diversas ventajas, como su alta capacidad de humectación, lo que permite una mejor penetración en las irregularidades de la superficie dental. Asimismo, estos materiales tienen la capacidad de formar capas de espesor mínimo, lo que reduce o evita la inclusión de burbujas de aire. Su elevada flexibilidad contribuye a disminuir el riesgo de desplazamiento en zonas de alta concentración de estrés, como las áreas de desgaste cervical y dentina cavitada. También destacan por su radioopacidad y disponibilidad en una amplia gama de colores. Sin embargo, presentan ciertas desventajas, como una contracción de polimerización más acentuada por su menor contenido de relleno, además de una menor resistencia mecánica en comparación con otros composites (Baroudi y Rodrigues, 2015).

2.1.1.3. Propiedades e importancia de las resinas fluidas. Las resinas compuestas fluidas deben poseer ciertas propiedades ideales para garantizar su eficacia clínica. Su capacidad de flujo permite una fácil manipulación y una mejor adaptabilidad a la cavidad,

mientras que una mayor resistencia mecánica mejora su capacidad para soportar el desgaste y reducir el riesgo de fracturas. Una baja contracción de polimerización es esencial para minimizar la microfiltración y mejorar la adaptación marginal, reduciendo así el riesgo de filtración bacteriana. La radiopacidad facilita la diferenciación entre la restauración y la caries secundaria en exámenes radiográficos, lo que contribuye a un mejor diagnóstico. Además, su disponibilidad en tonos similares a los composites convencionales permite una adecuada integración estética cuando se combinan ambos materiales. La capacidad de mantener un pulido y brillo duradero, junto con una estabilidad del color, mejora la apariencia a largo plazo de la restauración. Finalmente, la biocompatibilidad de estos materiales es fundamental para minimizar la toxicidad hacia la pulpa dental y los tejidos blandos circundantes, favoreciendo la salud bucal del paciente (Baroudi y Rodrigues, 2015).

2.1.2. Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión se reconoce como una característica mecánica fundamental para evaluar la fortaleza de los materiales cerámicos frágiles, dado que estos presentan menor resistencia a la tracción en comparación con la compresión (Elsaka y Elnagh, 2016).

En el entorno oral, las restauraciones deben contar con una resistencia suficiente que les permita soportar las fuerzas masticatorias repetitivas. La resistencia a la flexión permite estimar la mayor fuerza que un material es capaz de soportar previo a su fractura y resulta útil para predecir el comportamiento clínico de las restauraciones (Kang et al., 2013; Zeng et al., 1998).

Por lo tanto, la evaluación de la resistencia flexural resulta fundamental para respaldar la toma de decisiones clínicas basadas en evidencia y orientar el desarrollo de nuevas estrategias en odontología restauradora. Esta evaluación permite a los odontólogos seleccionar materiales con las propiedades mecánicas más adecuadas para cada caso clínico, optimizando la durabilidad y el rendimiento de las restauraciones. Además, comprender esta propiedad

facilita la elección de resinas en función de las cargas funcionales anticipadas y las fuerzas oclusales, garantizando una mayor predictibilidad en el éxito clínico de los tratamientos restauradores (Saini et al., 2024).

2.1.3. Envejecimiento artificial

Dentro del ámbito de los materiales dentales, se puede señalar que los protocolos de envejecimiento ejercen un efecto variable sobre las propiedades de los materiales resinosos evaluados. En este sentido, se observó que las resinas sin carga inorgánica tienden a presentar una mayor susceptibilidad a los procesos de degradación en comparación con aquellas que contienen partículas de relleno. Asimismo, ciertos protocolos resultaron ser más agresivos, evidenciando que la intensidad de los factores térmicos y químicos empleados influye directamente en la estabilidad y el desempeño de los materiales. Estos resultados resaltan la importancia de considerar cuidadosamente las condiciones de envejecimiento artificial al momento de diseñar investigaciones sobre materiales dentales, ya que la elección precisa de dichos factores permite obtener información más realista y aplicable al entorno (Szczesio-Włodarczyk et al., 2022).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

- Experimental
- Prospectivo
- Transversal
- Comparativo

3.2. Ámbito temporal y espacial

La presente investigación se llevó a cabo en el Laboratorio HTL Certificate durante el año 2025.

3.3. Variables

3.3.1. *Variable dependiente*

- Resistencia a la flexión

3.3.2. *Variable independiente*

- Sistema de la colocación de las resinas fluidas
- Envejecimiento artificial

3.3.3. Operacionalización de las variables

Variables	Definición	Indicadores	Tipo	Escala	Valor
Resistencia a la flexión	Capacidad máxima para resistir la carga en flexión.	Megapascal determinado mediante la máquina de ensayo universal Instron®.	Cuantitativa	De razón continua	x MPa
Sistema de la colocación de las resinas fluidas	Tipo de material de restauración	Marca comercial	Cualitativa	Nominal	1 = Tetric™ N-Flow 2 = Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative 3 = Beautifil™ Flow Plus F00
Envejecimiento artificial	Simulación del envejecimiento del material a través de ciclos de termociclado.	Número de ciclos de envejecimiento 5000 ciclos 1=5°C 2=55°C	Cualitativa	Ordinal	1= 0 ciclos 2= 5000 ciclos

3.4. Población y muestra

La población de estudio estuvo compuesta por todos los especímenes de resina fluida de las marcas Tetric™ N-Flow, Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative y Beautifil™ Flow Plus F00. La muestra de cada grupo de evaluación consistió en once especímenes, para cada grupo. Los grupos se distribuyeron de la siguiente forma:

- Grupo A: Especímenes de resina fluida Tetric™ N-Flow con 0 ciclos de termociclaje.
- Grupo B: Especímenes de resina fluida Tetric™ N-Flow a los 5000 ciclos de termociclaje.
- Grupo C: Especímenes de resina fluida Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative con 0 ciclos de termociclaje.
- Grupo D: Especímenes de resina fluida Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative con 5000 ciclos de termociclaje.
- Grupo E: Especímenes de resina fluida Beautifil™ Flow Plus F00 con 0 ciclos de termociclaje.
- Grupo F: Especímenes de resina fluida Beautifil™ Flow Plus F00 con 5000 ciclos de termociclaje.

3.4.1. Criterios de inclusión

Se considerará lo siguiente:

- Especímenes con dimensiones de 25 ± 0.1 mm x 2 ± 0.1 mm x 2 ± 0.1 mm.
- Especímenes de resina fluida sometidos a envejecimiento.
- Especímenes de resina fluida preparados bajo condiciones estandarizadas.

3.4.2. Criterios de exclusión

Se considerará lo siguiente:

- Especímenes de resina fluida con dimensiones incorrectas.

- Especímenes de resina fluida con defectos visibles.
- Especímenes de resina fluida fracturados antes de la prueba.

3.5. Instrumentos

- Ficha de recolección de datos (Anexo C)
- La máquina de ensayo universal Instron® es un equipo debidamente calibrado, comúnmente utilizado para realizar pruebas de tracción, compresión, flexión, cizallamiento, fricción, entre otros ensayos mecánicos, conforme a las normas ISO. Este dispositivo emplea sistemas electromecánicos e hidráulicos y su utilización garantiza la eliminación de sesgos en las mediciones, ya que debe estar correctamente calibrada.

3.6. Procedimiento

3.6.1. Capacitación

El investigador recibió capacitación en la preparación de las muestras, asegurando el cumplimiento de los protocolos establecidos. Solo él fue responsable de realizar el mezclado de los materiales, siguiendo estrictamente las indicaciones del fabricante para garantizar la uniformidad y reproducibilidad del estudio.

3.6.2. Elaboración de especímenes

Los especímenes fueron confeccionados con resina fluida, siguiendo las dimensiones establecidas por la norma ISO 4049: 25 ± 0.1 mm x 2 ± 0.1 mm x 2 ± 0.1 mm. La fotopolimerización se realizó con una lámpara LED Monowave® de Bluephase (ivoclar) de intensidad de 800 mW/Cm², respetando las recomendaciones del fabricante en cuanto al tiempo de exposición y la distancia de irradiación. Posteriormente, los especímenes fueron conservados en agua destilada a 37°C durante 24 horas antes de ser sometidos al proceso de envejecimiento artificial.

3.6.3. Proceso de envejecimiento artificial

Para simular el envejecimiento clínico, se aplicó un procedimiento de termociclado,

exponiendo los especímenes a ciclos alternos de inmersión en baños de agua a 5°C y 55°C.

Cada ciclo constó de 30 segundos en cada baño y 10 segundos de transferencia, completando un total de 5,000 ciclos.

3.6.4. Prueba de resistencia a la flexión

La resistencia flexural fue evaluada mediante el ensayo de flexión en tres puntos utilizando una máquina de pruebas universales. Se aplicó una velocidad de carga de 1 mm/min y el procedimiento se prolongó hasta que cada espécimen se fracturó. En cada muestra se registró la carga máxima alcanzada y, a partir de estos valores, se calculó la resistencia a la flexión en megapascuales (MPa), lo que permitió la comparación entre los diferentes grupos de resinas fluidas sometidas al envejecimiento artificial.

3.7. Análisis de datos

Los resultados obtenidos fueron procesados con el software estadístico SPSS Statistics versión 26. Se llevó a cabo un análisis descriptivo en el que se presentó medidas de tendencia central, como la media, la desviación estándar, correspondientes a cada grupo de estudio. La verificación de la normalidad de los datos se realizará mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Como los valores presentaron normalidad, se aplicó la prueba paramétrica ANOVA de una vía para comparar las medias entre los grupos; y la prueba de t de Student.

En todos los procedimientos estadísticos se tomó como criterio de significancia un valor de p inferior a 0.05.

3.8. Consideraciones éticas

Se respetó la autoría de la información, teniendo en cuenta las citas estilo APA y las referencias bibliográficas, así como los puntos establecidos por la universidad. Se comparó la resistencia flexural mediante especímenes de diferentes clases de resinas fluidas. No hubo contacto directo con ninguna persona. Los materiales de investigación fueron financiados con recursos propios por lo cual no hubo conflictos de intereses; además, los equipos serán

manejados por profesionales expertos bajo las medidas de bioseguridad vigentes, quienes no tuvieron ninguna relación con las empresas fabricantes de las resinas fluidas utilizadas en esta investigación, por lo que no existieron conflictos de interés.

IV. RESULTADOS

En esta investigación, se compararon los factores predictores de la resistencia a la flexión de diferentes resinas fluidas sometidas a envejecimiento: un modelo de regresión lineal, cuyos resultados se presentan en las siguientes tablas y gráficos.

Tabla 1

Resistencia a la flexión de las resinas evaluadas a los 0 ciclos y 5000 ciclos por termociclaje.

Grupo de resina	Resistencia de flexión (MPa)		Valor p*
	0 ciclos de	5000 ciclos de	
	Termociclaje	termociclaje	
	$\bar{x} \pm D.E.$	$\bar{x} \pm D.E.$	
Filtek™ Bulk Fill Flowable	108.75 ± 14.80	119.46 ± 12.05	0.078
Rest			
Beautifil™ Flow Plus F00	98.51 ± 8.353	97.91 ± 7.05	0.857
Tetric™ N-Flow	91.27 ± 11.09	107.30 ± 16.80	0.016

Nota. En la tabla 1 se observa que en el grupo Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative, la resistencia a la flexión fue de 108,75 ± 14,80 MPa a los 0 ciclos de termociclaje y de 119,46 ± 12,05 MPa a los 5000 ciclos de termociclaje, sin diferencias estadísticamente significativas (p=0,078). En el grupo Beautifil™ Flow Plus F00, la resistencia fue de 98,51 ± 8,35 MPa a los 0 ciclos y de 97,91 ± 7,05 MPa a los 5000 ciclos, sin diferencias estadísticamente significativas (p=0,857). En el grupo Tetric™ N-Flow, la resistencia fue de 91,27 ± 11,09 MPa a los 0 ciclos y de 107,30 ± 16,80 MPa a los 5000 ciclos, con diferencias estadísticamente significativas (p=0,016) según la prueba t de Student.

Tabla 2

Resistencia a la flexión de las resinas evaluadas con 0 ciclos de termociclaje

Grupo de resina	Diferencia de promedios	Intervalo de Confianza al 95%	Valor p*
Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative vs			
 Beautifil™ Flow Plus F00	10.24	(-2.08 a 22.56)	0.118
Beautifil™ Flow Plus F00 vs			
 Tetric™ N-Flow	7.24	(-5.07 a 19.56)	0.329
Tetric™ N-Flow vs			
 Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative	-17.48	(-29.80 a -5.17)	0.004

Nota. En la Tabla 2 se observa el análisis global mediante la prueba ANOVA mostró un valor $p=0,006$, confirmando diferencias significativas entre los grupos evaluados. Además, mediante la prueba post hoc, se observó que la comparación entre Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative versus Beautifil™ Flow Plus F00 mostró una diferencia de promedios de 10.24 MPa con un intervalo de confianza al 95% de (-2.08 a 22.56) y un valor $p=0.118$, sin diferencias estadísticamente significativas. La comparación entre Beautifil™ Flow Plus F00 versus Tetric™ N-Flow presentó una diferencia de promedios de 7.24 MPa con un intervalo de confianza al 95% de (-5.07 a 19.56) y un valor $p=0.329$, sin diferencias estadísticamente significativas. La comparación entre Tetric™ N-Flow versus Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative registró una diferencia de promedios de -17.48 MPa con un intervalo de confianza al 95% de (-29.80 a -5.17) y un valor $p=0.004$, evidenciando diferencias estadísticamente significativas según la prueba de ANOVA y prueba de post hoc de Tukey.

Tabla 3

Resistencia a la flexión de las resinas evaluadas con 5000 ciclos de termociclaje

Grupo de resina	Diferencia de promedios	Intervalo de Confianza al 95%	Valor p
Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative vs			
 Beautifil™ Flow Plus F00	21.55	(8.29 a 34.81)	0.001
Beautifil™ Flow Plus F00 vs			
 Tetric™ N-Flow	-9.39	(-22.65 a 3.87)	0.205
Tetric™ N-Flow vs			
 Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative	-12.16	(-25.42 a 1.09)	0.077

Nota. En la Tabla 3 se observa el análisis global mediante la prueba ANOVA mostró un valor $p=0.002$, confirmando diferencias significativas entre los grupos evaluados. Además, mediante la prueba post hoc, se observó que la comparación entre Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative versus Beautifil™ Flow Plus F00 mostró una diferencia de promedios de 21.55 Mpa con un intervalo de confianza al 95% de (8.29 a 34.81) y un valor $p=0.001$, evidenciando diferencias estadísticamente significativas. La comparación entre Beautifil™ Flow Plus F00 versus Tetric™ N-Flow presentó una diferencia de promedios de -9.39 Mpa con un intervalo de confianza al 95% de (-22.65 a 3.87) y un valor $p=0.205$, sin diferencias estadísticamente significativas. La comparación entre Tetric™ N-Flow versus Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative registró una diferencia de promedios de -12.16 Mpa con un intervalo de confianza al 95% de (-25.42 a 1.09) y un valor $p=0.077$, sin diferencias estadísticamente significativas según la prueba de ANOVA y prueba de post hoc de Tukey.

Tabla 4

Factores predictores de la resistencia a la flexión de diferentes resinas fluidas sometidas a envejecimiento: un modelo de regresión lineal.

Variables	Resistencia a la flexión MPa
	β (IC del 95%)
Espesor	0.045 (IC del 95%: -17.51 a 26.36)
Ancho	-0.237 (IC del 95%: -80.75 a -1.32)
Termociclaje	0.247 (IC del 95%: 0.908 a 13.69)
Sistema de resina fluida	-0.452 (IC del 95%: -12.13 a -4.25)

Nota. En la tabla 4 se observaron varios factores significativos. El espesor de la resina no tuvo efecto significativo en la resistencia a la flexión ($\beta = 0.045$, IC del 95%: -17.51 a 26.36). Sin embargo, el ancho mostró un efecto negativo estadísticamente significativo ($\beta = -0.237$, IC del 95%: -80.75 a -1.32), lo cual indica que por cada unidad que aumenta el ancho, la resistencia a la flexión disminuye 0.237 MPa.

El termociclaje demostró un efecto positivo significativo sobre la resistencia a la flexión ($\beta = 0.247$, IC del 95%: 0.908 a 13.69), lo que significa que por cada ciclo de termociclaje aplicado, la resistencia aumenta 0.247 MPa, lo cual es estadísticamente significativo. Por otro lado, el sistema de resina fluida tuvo un efecto negativo estadísticamente significativo ($\beta = -0.452$, IC del 95%: -12.13 a -4.25), indicando que ciertos sistemas de resina reducen la resistencia a la flexión en 0.452 MPa.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este estudio permiten describir con mayor claridad el comportamiento mecánico de las tres resinas fluidas evaluadas frente al envejecimiento térmico. En términos generales, Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative mantuvo valores altos de resistencia a la flexión tanto antes como después del termociclado, sin cambios significativos; Beautifil™ Flow Plus F00 mostró un comportamiento estable, prácticamente sin variación entre ambas condiciones; mientras que Tetric™ N-Flow fue el único material que evidenció un incremento notable de su resistencia luego de los ciclos térmicos, convirtiéndose en la resina más influenciada por el envejecimiento. Estas diferencias entre materiales también se evidenciaron cuando se compararon los grupos antes del termociclado, donde Filtek™ presentó los valores más altos, seguido de Beautifil™ y posteriormente Tetric™, con una diferencia marcada entre Filtek™ y Tetric™. Después del envejecimiento térmico, las diferencias entre grupos se mantuvieron, aunque solo la comparación entre Filtek™ y Beautifil™ mostró nuevamente una diferencia significativa, lo que sugiere que la respuesta al termociclado no es homogénea entre los sistemas evaluados.

Por otro lado, el análisis de regresión permitió identificar qué factores contribuyen de manera independiente a la resistencia flexural. En este modelo, el termociclado emergió como un predictor positivo, evidenciando que el envejecimiento térmico puede aumentar la resistencia en determinadas resinas. En contraste, el espesor no mostró influencia relevante, mientras que el ancho se comportó como un predictor negativo, indicando que ligeros incrementos en esta dimensión pueden reducir la resistencia. Asimismo, el tipo de resina influyó de forma significativa, confirmando que las diferencias de formulación y composición química son determinantes clave para explicar el comportamiento mecánico observado.

En la literatura disponible, los estudios sobre resistencia a la flexión de resinas fluidas se han centrado principalmente en comparaciones directas entre materiales o en la evaluación

de los efectos del envejecimiento térmico, pero no existen investigaciones que utilicen modelos de regresión lineal para identificar predictores específicos de esta propiedad mecánica, lo que evidencia un vacío metodológico en el análisis multifactorial del comportamiento flexural. La evidencia previa se limita a reportar cómo variables como la composición orgánica, la carga de relleno, el tamaño de partícula y el grado de conversión influyen de manera independiente en la resistencia flexural, tal como señalan estudios de Tsujimoto et al. (2021), Rajabi et al. (2024), Basheer et al. (2024) y Shimatani et al. (2020), quienes describen variaciones entre materiales atribuidas principalmente a su microestructura y formulación. Sin embargo, ninguno de estos trabajos analiza simultáneamente el efecto combinado de dimensiones, ciclos de termociclado y tipo de resina, lo que resalta la pertinencia de tu estudio y su aporte novedoso al introducir un modelo predictivo capaz de estimar el peso real de cada variable sobre la resistencia flexural.

Los resultados muestran que Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative pasó de 108.75 ± 14.80 MPa a 119.46 ± 12.05 MPa, sin diferencias significativas ($p=0.078$), mientras que Beautifil™ Flow Plus F00 se mantuvo estable (98.51 ± 8.35 MPa a 97.91 ± 7.05 MPa; $p=0.857$). En contraste, Tetric™ N-Flow aumentó de 91.27 ± 11.09 MPa a 107.30 ± 16.80 MPa, siendo el único material con incremento significativo tras el envejecimiento ($p=0.016$). Este comportamiento concuerda parcialmente con Sulca et al. (2023), quienes reportaron valores basales de Tetric™ N-Flow: 96.73 ± 6.09 MPa, Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative: 97.99 ± 8.34 MPa y Beautifil™ Flow Plus F00: 107 ± 2.60 MPa, aunque en ese estudio no se evaluó termociclado. Del mismo modo, Tsujimoto et al. (2021) señalaron que algunas resinas incrementan su resistencia después de 24 h debido a reacciones de polimerización tardía, fenómeno que podría explicar el aumento observado en Tetric™ N-Flow. Sin embargo, estudios como los de Marghalani (2020) reportan disminuciones de la resistencia en medios agresivos, lo que sugiere que el efecto del envejecimiento es dependiente del material.

En los grupos sin exposición a termociclado, la Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative registró la mayor resistencia (108.75 ± 14.80 MPa), seguido de Beautifil™ Flow Plus F00 (98.51 ± 8.35 MPa) y Tetric™ N-Flow (91.27 ± 11.09 MPa), con diferencias significativas ($p=0.006$). Estos valores se ubican dentro del rango reportado por Tsujimoto et al. (2021), quienes describieron resistencias inmediatas entre 51.3 y 102.4 MPa, y se asemejan particularmente a Beautifil Flow Plus X F03. Rajabi et al. (2024), sin embargo, reportaron resistencias más elevadas para resinas similares, como Beautifil Flow Plus (141.97 ± 19.33 MPa), lo que podría atribuirse a diferencias en carga de relleno, formulación y viscosidad. Asimismo, Basheer et al. (2024) reportaron un rango menor para su grupo de materiales (61.07 a 83.38 MPa), evidenciando variación entre marcas comerciales. En conjunto, esto indica que los valores iniciales obtenidos en nuestro estudio se alinean con materiales de desempeño intermedio dentro de la literatura.

Tras el termociclado, Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative mantuvo la mayor resistencia (119.46 ± 12.05 MPa), seguido por Tetric™ N-Flow (107.30 ± 16.80 MPa) y Beautifil™ Flow Plus F00 (97.91 ± 7.05 MPa), con diferencias significativas ($p=0.002$). En comparación con estudios previos, nuestros valores post-envejecimiento se asemejan a las resistencias reportadas por Shimatani et al. (2020), quienes identificaron un rango entre 68.9 y 132.8 MPa, con materiales de alto desempeño como Clearfil Majesty ES Flow (132.8 ± 9.2 MPa) y G-ænial Universal Injectable (128.8 ± 8.5 MPa). Asimismo, las resistencias obtenidas son comparables a los valores post-24 h de Tsujimoto et al. (2021), donde algunas resinas alcanzaron entre 128.6 y 162.0 MPa. La estabilidad de Filtek™ Bulk Fill Flowable y Beautifil™ Flow Plus, junto con el incremento significativo de Tetric™ N-Flow, sugiere que el termociclado no deterioró la resistencia flexural de los materiales evaluados, lo cual contrasta con los descensos observados por Marghalani (2020) en solventes como la MEK. Esto resalta que el tipo de envejecimiento influye directamente en la respuesta mecánica.

El análisis de regresión lineal mostró que el termociclado fue el principal predictor positivo de la resistencia flexural, con un efecto significativo que indica un incremento progresivo de la resistencia a medida que aumenta la exposición térmica. Este hallazgo refuerza la evidencia previa de que el envejecimiento térmico puede favorecer reacciones de polimerización tardía o reorganización estructural en ciertos sistemas resinosos, fenómeno descrito por Tsujimoto et al. (2021) y coherente con el incremento observado en Tetric™ N-Flow. En contraste, el espesor no mostró efecto significativo sobre la resistencia, lo que concuerda con estudios como Basheer et al. (2024), quienes señalan que dentro de los rangos recomendados por ISO 4049, la variación dimensional no modifica de manera relevante el comportamiento mecánico. Sin embargo, el ancho presentó un efecto negativo significativo, sugiriendo que aumentos en esta dimensión podrían generar tensiones internas o zonas de mayor susceptibilidad a la flexión, disminuyendo la resistencia, tendencia reportada también en análisis biomecánicos previos. Asimismo, el sistema de resina se comportó como un predictor negativo significativo, indicando que las diferencias en composición, tipo de monómero, carga de relleno y fotoiniciadores influyen directamente en el desempeño, lo cual coincide con lo reportado por Rajabi et al. (2024) y por Sulca et al. (2023), quienes demostraron variabilidad mecánica marcada entre marcas comerciales evaluadas bajo condiciones estandarizadas. En conjunto, estos resultados confirman que el efecto del envejecimiento térmico y la naturaleza química del material son determinantes clave en la resistencia flexural, mientras que las dimensiones del espécimen influyen solo parcialmente y no en todos sus componentes.

Los resultados de este estudio aportan evidencia relevante para la profesión al demostrar que el envejecimiento térmico no afecta de manera uniforme a todas las resinas fluidas, sino que su impacto depende del sistema resinoso y de características estructurales específicas. Este hallazgo es valioso clínicamente, ya que respalda la necesidad de seleccionar

materiales considerando su comportamiento frente a la degradación térmica, un fenómeno constante en la cavidad oral. Asimismo, el uso de un modelo de regresión lineal representa una contribución metodológica importante, pues permite identificar factores predictores de la resistencia flexural, lo cual no ha sido explorado en estudios previos sobre resinas fluidas y abre nuevas posibilidades para el análisis mecánico de materiales dentales.

Los resultados obtenidos coinciden parcialmente con la literatura. El incremento significativo de resistencia encontrado en Tetric™ N-Flow tras el envejecimiento concuerda con lo descrito por Tsujimoto et al. (2021), quienes asociaron este comportamiento a procesos de polimerización tardía. En contraste, la estabilidad observada en Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative y Beautifil™ Flow Plus F00 difiere de lo reportado por Marghalani (2020), quien evidenció disminuciones en medios agresivos, lo que recalca que el efecto del envejecimiento es dependiente del método aplicado. Además, los valores de resistencia obtenidos en este estudio se alinean con rangos descritos por Sulca et al. (2023) y Shimatani et al. (2020), aunque difieren de las resistencias superiores registradas por Rajabi et al. (2024), probablemente debido a variaciones en la carga de relleno y la formulación química. Estas comparaciones muestran que este estudio no solo confirma tendencias observadas previamente, sino que también amplía la evidencia al evaluar la influencia del termociclaje y al integrar un análisis predictivo que permite comprender con mayor precisión los factores que determinan el desempeño mecánico de las resinas fluidas.

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. El envejecimiento artificial se evaluó únicamente mediante termociclado, sin incluir otros métodos como inmersión en solventes, degradación química prolongada, cambios de pH o carga mecánica repetitiva, los cuales podrían modificar el comportamiento de las resinas en condiciones más próximas al ambiente oral real. Además, se utilizaron especímenes con dimensiones estandarizadas bajo norma ISO, lo que, si bien asegura la reproducibilidad, no

reproduce completamente la geometría clínica de una restauración en boca.

A pesar de estas limitaciones, el estudio presenta fortalezas importantes. El diseño experimental controlado permitió comparar de forma precisa el desempeño de los materiales bajo condiciones estandarizadas, asegurando alta reproducibilidad. El análisis mediante un modelo de regresión lineal ofreció una aproximación novedosa y más profunda al identificar factores predictores de la resistencia flexural, aportando un enfoque analítico poco explorado en la literatura sobre resinas fluidas. Asimismo, el uso de un protocolo de envejecimiento ampliamente aceptado, como el termociclado, brinda una referencia confiable para interpretar el comportamiento de los materiales ante cambios térmicos periódicos, un fenómeno frecuente en la cavidad oral.

VI. CONCLUSIONES

6.1. El grupo Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative presentó los valores más altos de resistencia a la flexión en ambos periodos evaluados.

6.2. El grupo Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative demostró una resistencia a la flexión significativamente superior a Tetric™ N-Flow.

6.3. Después de 5000 ciclos de termociclaje, el grupo Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative mostró una resistencia a la flexión significativamente superior a Beautifil™ Flow Plus F00.

6.4. El análisis de regresión reveló que el ancho de la muestra y el tipo de sistema de resina afectaron negativamente la resistencia a la flexión, mientras que el termociclaje mostró un efecto positivo significativo, y el espesor no tuvo influencia estadísticamente significativa.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Ampliar el número de marcas comerciales y evaluar resinas fluidas de última generación, incluyendo materiales bioactivos o con nanotecnología.

7.2. Incorporar otros factores predictivos en los modelos estadísticos, como grado de conversión, profundidad de polimerización, composición química y tamaño de partículas.

7.3. Comparar el comportamiento mecánico antes y después del envejecimiento bajo diferentes medios, como etanol, ácidos o ciclos térmicos prolongados, para simular mejores situaciones clínicas.

7.4. Realizar estudios in vivo o in situ, que evalúen el desempeño clínico real de las resinas analizadas, correlacionando sus propiedades mecánicas con tasas de falla o longevidad restauradora.

VIII. REFERENCIAS

- Aydinoğlu, A., & Yoruç, A. B. H. (2017). Effects of silane-modified fillers on properties of dental composite resin. *Materials science & engineering. C, Materials for biological applications*, 79, 382–389. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2017.04.151>
- Baroudi, K., & Rodrigues, J. C. (2015). Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Considerations. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 9(6), ZE18–ZE24. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/12294.6129>
- Baroudi, K., & Rodrigues, J. C. (2015). Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Considerations. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 9(6), ZE18–ZE24. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/12294.6129>
- Basheer, R.R., Hasanain, F.A. & Abuelenain, D.A. Evaluating flexure properties, hardness, roughness and microleakage of high-strength injectable dental composite: an in vitro study. *BMC Oral Health* 24, 546 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04333-3>
- Bayne, S. C. (2013). Beginnings of the dental composite revolution. *Journal of the American Dental Association*, 144(8), 880–884. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2013.0205>
- Beauchamp, J., Caufield, P. W., Crall, J. J., Donly, K., Feigal, R., Gooch, B., Ismail, A., Kohn, W., Siegal, M., Simonsen, R., & American Dental Association Council on Scientific Affairs (2008). Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *Journal of the American Dental Association*, 139(3), 257–268. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2008.0155>
- Burgess, J. O., Walker, R., & Davidson, J. M. (2002). Posterior resin-based composite: review of the literature. *Pediatric dentistry*, 24(5), 465–479.
- Christensen G. J. (2002). Preventing postoperative tooth sensitivity in class I, II and V restorations. *Journal of the American Dental Association*, 133(2), 229–231.

<https://doi.org/10.14219/jada.archive.2002.0149>

- Dukic, W., & Glavina, D. (2007). Clinical evaluation of three fissure sealants: 24 month follow-up. *European archives of paediatric dentistry: official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 8(3), 163–166. <https://doi.org/10.1007/BF03262588>
- Elsaka, S. E., & Elnaghy, A. M. (2016). Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. *Dental Materials*, 32(7), 908–914. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.03.013>
- Gornig, D. C., Maletz, R., Ottl, P., & Warkentin, M. (2022). Influence of artificial aging: mechanical and physicochemical properties of dental composites under static and dynamic compression. *Clinical oral investigations*, 26(2), 1491–1504. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04122-0>
- Haak, R., Wicht, M. J., & Noack, M. J. (2003). Marginal and internal adaptation of extended class I restorations lined with flowable composites. *Journal of dentistry*, 31(4), 231–239. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(03\)00030-7](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(03)00030-7)
- Hirokane, E., Takamizawa, T., Tamura, T., Shibasaki, S., Tsujimoto, A., Barkmeier, W. W., Latta, M. A., & Miyazaki, M. (2021). Handling and Mechanical Properties of Low-viscosity Bulk-fill Resin Composites. *Operative dentistry*, 46(5), E185–E198. <https://doi.org/10.2341/20-253-L>
- Imai, A., Takamizawa, T., Sugimura, R., Tsujimoto, A., Ishii, R., Kawazu, M., Saito, T., & Miyazaki, M. (2019). Interrelation among the handling, mechanical, and wear properties of the newly developed flowable resin composites. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 89, 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2018.09.019>
- Jafarzadeh, M., Malekafzali, B., Tadayon, N., & Fallahi, S. (2010). Retention of a Flowable Composite Resin in Comparison to a Conventional Resin-Based Sealant: One-year

- Follow-up. *Journal of dentistry*, 7(1), 1–5.
- Kang, S.-H., Chang, J., & Son, H.-H. (2013). Flexural strength and microstructure of two lithium disilicate glass ceramics for CAD/CAM restoration in the dental clinic. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 38(3), 134–140. <https://doi.org/10.5395/rde.2013.38.3.134>
- Kitasako, Y., Sadr, A., Burrow, M. F., & Tagami, J. (2016). Thirty-six month clinical evaluation of a highly filled flowable composite for direct posterior restorations. *Australian dental journal*, 61(3), 366–373. <https://doi.org/10.1111/adj.12387>
- Kubo, S., Yokota, H., Yokota, H., & Hayashi, Y. (2010). Three-year clinical evaluation of a flowable and a hybrid resin composite in non-carious cervical lesions. *Journal of dentistry*, 38(3), 191–200. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.10.003>
- Leevailoj, C., Cochran, M. A., Matis, B. A., Moore, B. K., & Platt, J. A. (2001). Microleakage of posterior packable resin composites with and without flowable liners. *Operative dentistry*, 26(3), 302–307.
- Majety, K. K., & Pujar, M. (2011). In vitro evaluation of microleakage of class II packable composite resin restorations using flowable composite and resin modified glass ionomers as intermediate layers. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 14(4), 414–417. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.87215>
- Marghalani H. Y. (2020). Effect of food-simulating solvents on flexural properties of bulk-fill resin composites. *Journal of oral science*, 63(1), 31–36. <https://doi.org/10.2334/josnurd.20-0082>
- Mishra, P., Jaiswal, S., Nikhil, V., Gupta, S., Jha, P., & Raj, S. (2018). Evaluation of marginal sealing ability of self-adhesive flowable composite resin in Class II composite restoration: An *in vitro* study. *Journal of conservative dentistry : JCD*, 21(4), 363–368. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_94_18

- Munoz, A., Zhao, Z., Paolone, G., Louca, C., & Vichi, A. (2023). Flexural Strength of CAD/CAM Lithium-Based Silicate Glass–Ceramics: A Narrative Review. *Materials*, 16(12), 4398. <https://doi.org/10.3390/ma16124398>
- Murchison, D. F., Charlton, D. G., & Moore, W. S. (1999). Comparative radiopacity of flowable resin composites. *Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)*, 30(3), 179–184.
- Perdigão, J., Anauate-Netto, C., Carmo, A. R., Hodges, J. S., Cordeiro, H. J., Lewgoy, H. R., Dutra-Corrêa, M., Castilhos, N., & Amore, R. (2004). The effect of adhesive and flowable composite on postoperative sensitivity: 2-week results. *Quintessence international*, 35(10), 777–784.
- Qin, M., & Liu, H. (2005). Clinical evaluation of a flowable resin composite and flowable compomer for preventive resin restorations. *Operative dentistry*, 30(5), 580–587.
- Rajabi, H., Denny, M., Karagiannopoulos, K., & Petridis, H. (2024). Comparison of Flexural Strength and Wear of Injectable, Flowable and Paste Composite Resins. *Materials*, 17(19), 4749. <https://doi.org/10.3390/ma17194749>
- Saini, R. S., Gurumurthy, V., Quadri, S. A., Bavabeedu, S. S., Abdelaziz, K. M., Okshah, A., Alshadidi, A. A. F., Yessayan, L., Mosaddad, S. A., & Heboyan, A. (2024). The flexural strength of 3D-printed provisional restorations fabricated with different resins: a systematic review and meta-analysis. *BMC oral health*, 24(1), 66. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03826-x>
- Savage, B., McWhorter, A. G., Kerins, C. A., & Seale, N. S. (2009). Preventive resin restorations: practice and billing patterns of pediatric dentists. *Pediatric dentistry*, 31(3), 210–215.
- Shalan, O. O., Abou-Auf, E., & El Zoghby, A. F. (2017). Clinical evaluation of flowable resin composite versus conventional resin composite in carious and noncarious lesions:

- Systematic review and meta-analysis. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 20(6), 380–385. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_226_17
- Shimatani, Y., Tsujimoto, A., Barkmeier, W. W., Fischer, N. G., Nagura, Y., Takamizawa, T., Latta, M. A., & Miyazaki, M. (2020). Simulated Cuspal Deflection and Flexural Properties of Bulk-Fill and Conventional Flowable Resin Composites. *Operative dentistry*, 45(5), 537–546. <https://doi.org/10.2341/18-160-L>
- Sulca, E. L., & López-Flores, A. I. (2023). Resistencia flexural de las resinas fluida convencional, fluida bulk fill y fluida de alta carga: estudio in vitro [Flexural strength of conventional flowable, bulk fill flowable and highly filled flowable resin composites: in vitro study.]. *Revista científica odontologica (Universidad Científica del Sur)*, 11(3), e161. <https://doi.org/10.21142/2523-2754-1103-2023-161>
- Szczesio-Wlodarczyk, A., Fronczek, M., Ranhoszek-Soliwoda, K., Grobelny, J., Sokolowski, J., & Bociong, K. (2022). The First Step in Standardizing an Artificial Aging Protocol for Dental Composites-Evaluation of Basic Protocols. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(11), 3511. <https://doi.org/10.3390/molecules27113511>
- Tsujimoto, A., Barkmeier, W. W., Takamizawa, T., Latta, M. A., & Miyazaki, M. (2017). Depth of cure, flexural properties and volumetric shrinkage of low and high viscosity bulk-fill giomers and resin composites. *Dental materials journal*, 36(2), 205–213. <https://doi.org/10.4012/dmj.2016-131>
- Tsujimoto, A., Irie, M., Teixeira, E. C. N., Jurado, C. A., Maruo, Y., Nishigawa, G., Matsumoto, T., & Garcia-Godoy, F. (2021). Relationships between Flexural and Bonding Properties, Marginal Adaptation, and Polymerization Shrinkage in Flowable Composite Restorations for Dental Application. *Polymers*, 13(16), 2613. <https://doi.org/10.3390/polym13162613>
- Yazici, A. R., Baseren, M., & Dayangaç, B. (2003). The effect of flowable resin composite on

microleakage in class V cavities. *Operative dentistry*, 28(1), 42–46.

Zeng, K., Odén, A., & Rowcliffe, D. (1998). Evaluation of mechanical properties of dental ceramic core materials in combination with porcelains. *International Journal of Prosthodontics*, 11(2), 183–189.

IX. ANEXOS

9.1. Anexo A

9.1.1. Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Variables	Metodología
¿Cuáles son los factores predictores de la resistencia a la flexión de diferentes resinas compuestas fluidas sometidas a envejecimiento?	Objetivo general Comparar los factores predictores de la resistencia a la flexión de diferentes resinas fluidas sometidas a envejecimiento: un modelo de regresión lineal. Objetivos específicos - Identificar la resistencia a la flexión de las resinas evaluadas a las 0 ciclos y 5000 ciclos por termociclaje. - Identificar la resistencia a la flexión de las resinas evaluadas con 0 ciclos de termociclaje. - Identificar la resistencia a la flexión de las resinas evaluadas luego de 5000 ciclos de termociclaje.	Variable dependiente -Resistencia a la flexión Variable independiente -Sistema de la colocación de las resinas fluidas -Envejecimiento artificial	Población y muestra La población de estudio fueron todos los especímenes de resina fluida de las marcas Tetric™ N-Flow, Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative y Beautifil™ Flow Plus F00. La muestra para cada grupo de evaluación fue constituida por once especímenes para cada grupo. Siendo distribuidas en 6 grupos.

9.2. Anexo B

9.2.1. Cálculo muestral

```
. power twomeans 81.6 105.18, sd1(6.68) sd2(23.92)
```

```
Performing iteration ...
```

```
Estimated sample sizes for a two-sample means test
Satterthwaite's t test assuming unequal variances
Ho: m2 = m1 versus Ha: m2 != m1
```

```
Study parameters:
```

```
alpha =    0.0500
power =    0.8000
delta =    23.5800
  m1 =    81.6000
  m2 =   105.1800
  sd1 =     6.6800
  sd2 =   23.9200
```

```
Estimated sample sizes:
```

```
      N =      22
N per group =    11
```

9.3. Anexo C

9.3.1. Ficha de recolección de datos

Resistencia a la Flexión (0 ciclos)

Código del espécimen	Grupo	Marca y tipo de resina fluida	Resistencia a la flexión (MPa)
A1	A	Tetric N-Flow	
A2	A	Tetric N-Flow	
A3	A	Tetric N-Flow	
A4	A	Tetric N-Flow	
A5	A	Tetric N-Flow	
A6	A	Tetric N-Flow	
A7	A	Tetric N-Flow	
A8	A	Tetric N-Flow	
A9	A	Tetric N-Flow	
A10	A	Tetric N-Flow	
A11	A	Tetric N-Flow	
C1	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
C2	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
C3	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
C4	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
C5	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
C6	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
C7	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
C8	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
C9	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
C10	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
C11	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	

Resistencia a la Flexión (0 ciclos)

Código del espécimen	Grupo	Marca y tipo de resina fluida	Resistencia a la flexión (MPa)
E1	E	Beautiful Flow Plus F00	
E2	E	Beautiful Flow Plus F00	
E3	E	Beautiful Flow Plus F00	
E4	E	Beautiful Flow Plus F00	
E5	E	Beautiful Flow Plus F00	
E6	E	Beautiful Flow Plus F00	
E7	E	Beautiful Flow Plus F00	
E8	E	Beautiful Flow Plus F00	
E9	E	Beautiful Flow Plus F00	
E10	E	Beautiful Flow Plus F00	
E11	E	Beautiful Flow Plus F00	

Resistencia a la Flexión (5000 ciclos de envejecimiento)

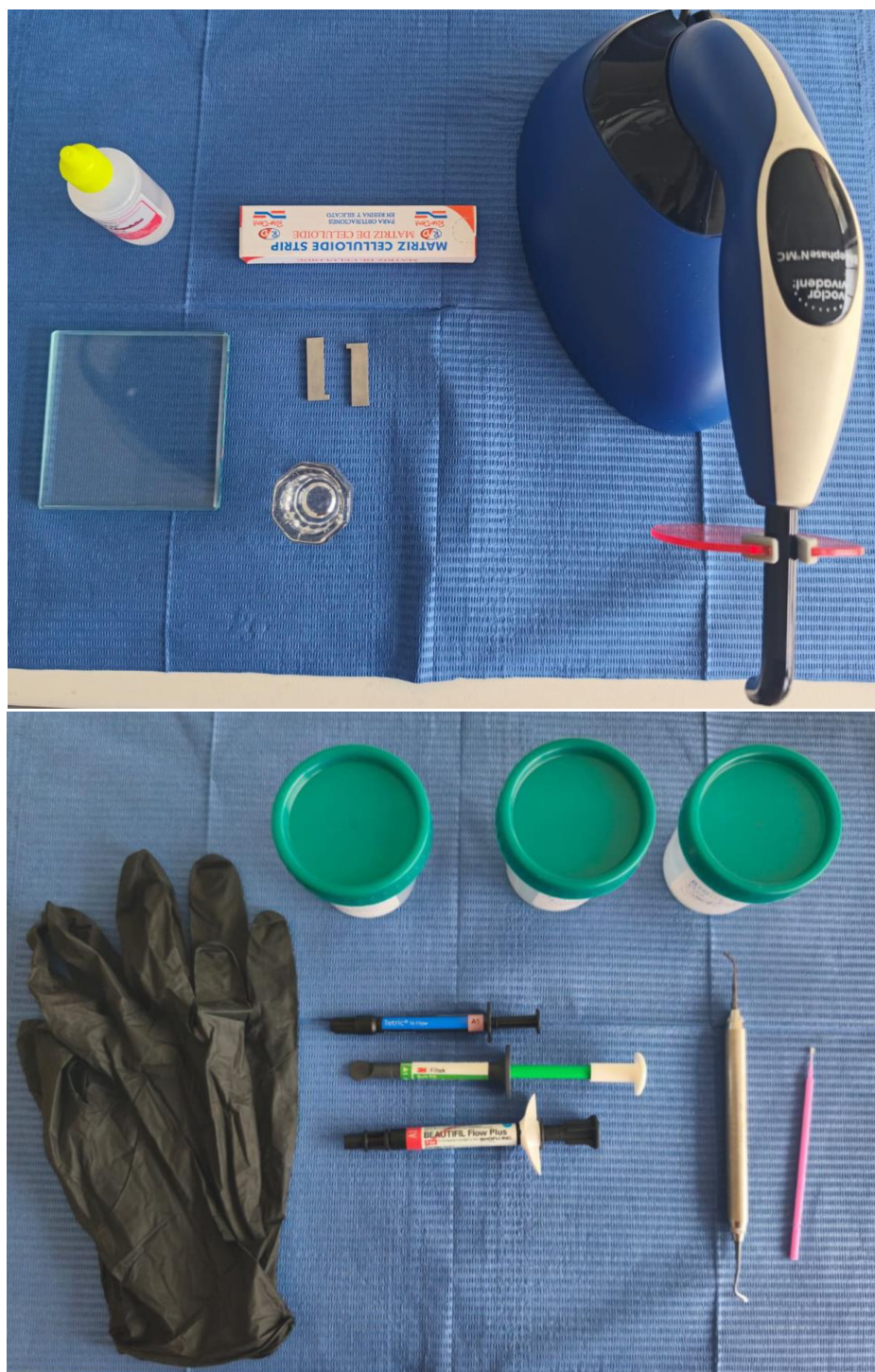
Código del espécimen	Grupo	Marca y tipo de resina fluida	Resistencia a la flexión (MPa)
B1	A	Tetric N-Flow	
B2	A	Tetric N-Flow	
B3	A	Tetric N-Flow	
B4	A	Tetric N-Flow	
B5	A	Tetric N-Flow	
B6	A	Tetric N-Flow	
B7	A	Tetric N-Flow	
B8	A	Tetric N-Flow	
B9	A	Tetric N-Flow	
B10	A	Tetric N-Flow	
B11	A	Tetric N-Flow	
D1	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
D2	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
D3	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
D4	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
D5	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
D6	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
D7	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
D8	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
D9	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
D10	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	
D11	C	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative	

Resistencia a la Flexión (5000 ciclos)

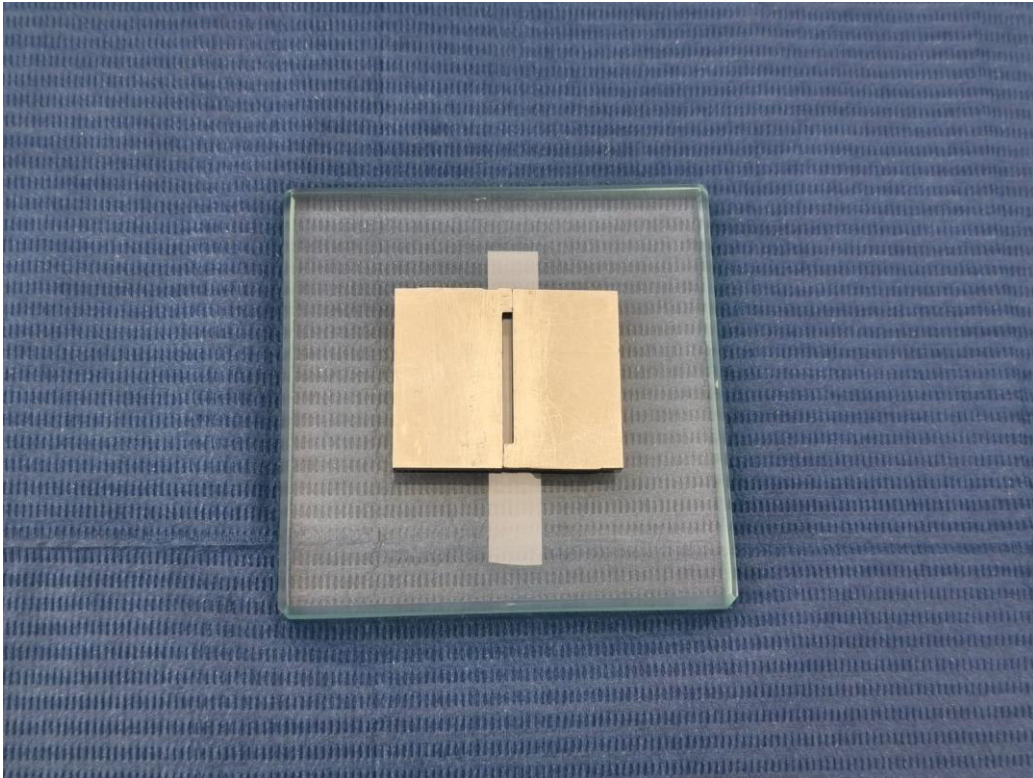
Código del espécimen	Grupo	Marca y tipo de resina fluida	Resistencia a la flexión (MPa)
F1	E	Beautiful Flow Plus F00	
F2	E	Beautiful Flow Plus F00	
F3	E	Beautiful Flow Plus F00	
F4	E	Beautiful Flow Plus F00	
F5	E	Beautiful Flow Plus F00	
F6	E	Beautiful Flow Plus F00	
F7	E	Beautiful Flow Plus F00	
F8	E	Beautiful Flow Plus F00	
F9	E	Beautiful Flow Plus F00	
F10	E	Beautiful Flow Plus F00	
F11	E	Beautiful Flow Plus F00	

9.4. Anexo D

9.4.1. Procedimiento



Materiales y lampara LED para la confección de los especímenes de resina fluida



Colocación de resina fluida en molde



Fotopolimerización de la resina fluida



Medición de las dimensiones de los especímenes de resina fluida



Medición de la resistencia a la flexión

9.5. Anexo E

9.5.1. Informes del laboratorio



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0202-2025	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	13-10-2025
ENSAYO DE RESISTENCIA FLEXURAL DE RESINAS FLUIDAS ODONTOLÓGICAS					
1. DATOS DEL SOLICITANTE					
Nombre de tesis	"FACTORES PREDICTORES DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE DIFERENTES RESINAS FLUIDAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO: UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL"				
Nombres y Apellidos	Cristian Michel Ortega Garay				
D.N.I.	42649527				
Dirección	Mz. "K" Lote 7 Coop. Primavera - Comas				
2. EQUIPOS UTILIZADOS					
Instrumento	Marca	Aproximación	Calibración		
Equipo de Ensayos Mecánicos	LG CMT- 5L	0.001N	LFP-182-2025	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos únicamente para las muestras ensayadas.	
Vernier Digital	Mitutoyo - 200 mm	0.01mm	LCL-006-2025		
3. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA					
Muestras de resinas fluidas provisionales	Cantidad	Treinta (30) muestras			HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	Resina fluida			
	Grupo 1	Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative.			
	Grupo 2	Beautiful™ Flow Plus F00.			
	Grupo 3	Tetric™ N-Flow			
*Información proporcionada por el solicitante.					
4. DATOS DE ENSAYO					
Fecha de Recepción de muestras	07 de Octubre del 2025				
Analista asignado	RET				
Condiciones de la muestra	Zona de ensayo normalizada				
Fecha de Ensayo	08 de Octubre al 13 de Octubre del 2025				
Lugar de Ensayo	HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. Jr. Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.				
5. CONDICIONES DE ENSAYO					
	Inicial	Final	 El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.		
Temperatura	20.1 °C	20.1 °C			
Humedad Relativa	75.0 %HR	75.0 %HR			
6. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO					
El ensayo se realizó bajo la siguiente Norma:					
NORMA	DESCRIPCIÓN			CAPITULO/NUMERAL	
según solicitante	Se realizó el ensayo de flexión en tres puntos, con una longitud entre apoyos de 20 mm y a una velocidad de 0.75 mm/min +/- 0.5 mm/min. Se realizó el proceso de termociclado a temperaturas de 5 y 55°C, las muestras se dividieron en 3 grupos hasta completar los 5000 ciclos				

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602

ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe

www.ensayoshtl.pe



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 2 de 3

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0202-2025	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	13-10-2025	
7. RESULTADOS DE ENSAYOS						
7.1 ENSAYOS DE FLEXIÓN						
Grupo 1: Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative (sin termociclado)						
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)
1	1.98	2.01	20	25.85	98.41	3445.32
2	1.94	2.02	20	26.35	103.98	3630.17
3	1.97	2.04	20	24.74	93.75	3542.27
4	1.92	2.02	20	20.50	82.59	3178.85
5	2.02	2.04	20	26.34	94.93	4081.48
Grupo 1: Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative (con termociclado)						
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)
1	1.85	1.99	20	28.45	125.32	4894.69
2	1.91	2.00	20	30.54	125.57	4390.55
3	1.91	1.99	20	32.57	134.59	5180.64
4	1.99	2.00	20	31.71	120.11	4384.88
5	1.90	1.98	20	24.68	103.58	4487.76
Grupo 2: Beautifil™ Flow Plus F00. (sin termociclado)						
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)
1	2.07	2.08	20	27.75	93.41	4382.80
2	1.90	2.03	20	23.96	98.09	4490.38
3	1.94	2.00	20	19.71	78.56	4404.92
4	1.95	2.05	20	24.45	94.10	5551.27
5	1.95	2.04	20	25.05	96.88	5278.94
Grupo 2: Beautifil™ Flow Plus F00. (con termociclado)						
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)
1	1.97	2.00	20	25.91	100.14	3884.47
2	1.98	1.99	20	22.87	87.94	5009.58
3	1.88	1.97	20	22.84	98.41	5216.39
4	1.88	2.00	20	20.78	88.19	5419.07
5	1.88	1.98	20	21.42	91.82	5453.62



QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602

ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe

www.ensayoshtl.pe



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 3 de 3

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0202-2025		VERSIÓN N° 01		Fecha de emisión:		13-10-2025	
Grupo 3: Tetric™ N-Flow (sin termociclado)									
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)			
1	1.90	2.02	20	17.59	72.36	2703.15			
2	2.07	2.08	20	23.06	77.62	2773.94			
3	1.99	2.01	20	23.40	88.19	3228.18			
4	1.95	2.05	20	22.68	87.29	3103.49			
5	1.99	2.04	20	22.35	83.00	2462.34			
Grupo 3: Tetric™ N-Flow (con termociclado)									
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)			
1	1.86	1.97	20	24.37	107.27	4188.39			
2	1.89	1.98	20	22.49	95.39	4168.62			
3	1.89	1.91	20	26.62	117.05	4818.56			
4	1.86	1.96	20	30.52	135.03	4672.29			
5	1.97	2.03	20	18.69	71.17	3237.23			
  ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio				 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE					
El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.									
FIN DEL DOCUMENTO									

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602

ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe

www.ensayoshtl.pe



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO		IEO-0217-2025	Revisión N° 01	Fecha de emisión:	27-10-2025
ENSAYO DE RESISTENCIA FLEXURAL DE RESINAS FLUIDAS ODONTOLÓGICAS					
1. DATOS DEL SOLICITANTE					
Nombre de tesis	"FACTORES PREDICTORES DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE DIFERENTES RESINAS FLUIDAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO: UN MODELO DE REGRESION LINEAL"				
Nombres y Apellidos	Cristian Michel Ortega Garay				
D.N.I.	42649527				
Dirección	Mz. "K" Lote 7 Coop. Primavera - Comas				
2. EQUIPOS UTILIZADOS					
Instrumento	Marca	Aproximación	Calibración	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos únicamente para las muestras ensayadas.	
Equipo de Ensayos Mecánicos Vernier Digital	LG CMT- 5L Mitutoyo - 200 mm	0.001N 0.01mm	LFP-182-2025 LCL-006-2025		
3. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA					
Muestras de resinas fluidas provisionales	Cantidad	: Treinta y seis (36) muestras			HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	: Resina fluida			
	Grupo 1	: Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative.			
	Grupo 2	: Beautifil™ Flow Plus F00.			
	Grupo 3	: Tetric™ N-Flow			
*Información proporcionada por el solicitante.					
4. DATOS DE ENSAYO					
Fecha de Recepción de muestras	07 de Octubre del 2025				
Analista asignado	RET				
Condiciones de la muestra	Zona de ensayo normalizada				
Fecha de Ensayo	08 de Octubre al 13 de Octubre del 2025				
Lugar de Ensayo	HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. Jr. Nepentás 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.				
Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de calidad de la entidad que lo produce.					
5. CONDICIONES DE ENSAYO					
	Inicial	Final			
Temperatura	20.1 °C	20.1 °C			
Humedad Relativa	75.0 %HR	75.0 %HR			
6. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO					
El ensayo se realizó bajo la siguiente Norma:					
NORMA	DESCRIPCIÓN			CAPITULO/NUMERAL	
según solicitante	Se realizó el ensayo de flexión en tres puntos, con una longitud entre apoyos de 20 mm y a una velocidad de 0.75 mm/min +/- 0.5 mm/min. Se realizó el proceso de termociclado a temperaturas de 5 y 55°C, las muestras se dividieron en 3 grupos hasta completar los 5000 ciclos				
ISO 4049	Dentistry — Polymer-based restorative materials			7.11 Flexural strength	

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.



Jr. Nepentás 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602



ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe



www.ensayoshtl.pe



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 2 de 3

INFORME DE ENSAYO

IEO-0217-2025

Revisión N° 01

Fecha de emisión:

27-10-2025

7. RESULTADOS DE ENSAYOS

7.1 ENSAYOS DE FLEXIÓN

Grupo 1: Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative (sin termociclado)

Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)
1	2.01	2.04	20	30.95	112.67	5050.83
2	2.00	2.06	20	32.67	118.93	5593.23
3	1.65	2.04	20	22.63	122.24	5440.76
4	2.02	2.09	20	35.20	123.82	5131.60
5	2.09	1.76	20	32.74	127.76	5612.59
6	2.02	2.01	20	32.04	117.20	5246.98

Grupo 1: Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative (con termociclado)

Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)
1	1.89	2.03	20	24.49	101.31	5680.40
2	1.64	2.00	20	18.44	102.84	5657.05
3	2.03	2.00	20	35.85	130.49	4708.98
4	2.82	2.05	20	68.15	125.41	5352.69
5	1.99	2.01	20	34.52	130.11	5539.21
6	1.98	2.02	20	30.28	114.71	5539.21

Grupo 2: Beautifil™ Flow Plus F00. (sin termociclado)

Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)
1	1.90	2.04	20	25.69	104.65	6766.87
2	2.02	2.03	20	29.27	106.02	6066.70
3	2.10	1.89	20	28.13	101.25	7271.90
4	2.13	1.94	20	29.90	101.91	5949.47
5	2.04	1.89	20	25.83	98.50	6362.78
6	2.06	2.14	20	33.38	110.27	6461.67

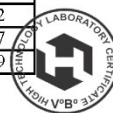
Grupo 2: Beautifil™ Flow Plus F00. (con termociclado)

Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)
1	2.12	1.95	20	27.08	92.70	6974.35
2	2.12	1.93	20	31.41	108.63	6345.86
3	2.08	1.96	20	30.48	107.83	7403.88
4	1.86	2.02	20	23.54	101.05	5964.62
5	2.02	2.03	20	27.47	99.49	5927.77
6	2.13	1.96	20	29.88	100.81	5967.29

LABORATORY CERTIFICATE

BAUTIFIL™

BAUTIFIL™



QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.



Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602



ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe



www.ensayoshtl.pe



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 3 de 3

INFORME DE ENSAYO		IEO-0217-2025		Revisión N° 01		Fecha de emisión:		27-10-2025	
Grupo 3: Tetric™ N-Flow (sin termociclado)									
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)			
1	1.80	2.03	20	20.47	93.38	4086.56			
2	2.10	1.74	20	26.72	104.46	4352.72			
3	1.76	2.14	20	22.79	103.14	4083.60			
4	2.08	1.76	20	26.86	105.82	5089.16			
5	1.84	2.13	20	21.57	89.73	4161.38			
6	1.99	2.01	20	26.26	98.98	4318.65			
Grupo 3: Tetric™ N-Flow (con termociclado)									
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)			
1	2.15	1.74	20	30.99	115.59	4656.97			
2	2.11	1.78	20	32.08	121.44	5257.12			
3	2.13	1.84	20	26.88	96.60	4404.85			
4	1.88	2.03	20	23.39	97.78	4405.21			
5	1.86	2.05	20	26.01	110.03	4623.60			
6	2.02	2.02	20	31.02	112.92	4384.98			
  HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE			 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE						
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio									
El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.									
FIN DEL DOCUMENTO									

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.



Jr. Nepentás 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602



ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe



www.ensayoshtl.pe