



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Comparación de la resistencia a la compresión in vitro entre resinas
Bulk Fill y resinas convencionales

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Cirujano Dentista**

AUTORAS:

Salazar Estrada, Viviana Stefany (orcid.org/0000-0003-1010-2847)

Zavala Yarleque, Leidy Sofia (orcid.org/0009-0000-6078-1273)

ASESOR:

Dra. Espinoza Salcedo, Maria Victoria (orcid.org/0000-0001-9408-4396)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Promoción de la Salud y Desarrollo Sostenible

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Promoción de la salud, nutrición y salud alimentaria

PIURA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios, quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para no desistir en el camino.

A mis padres Santos y Manuel quienes han sido el eje principal a lo largo de mi carrera profesional.

A mi padre que desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos.

A mi hermana Diana, por su apoyo y confianza que me brinda día a día.

Salazar Estrada Viviana Stefany

A Dios, por guiarme durante mi camino de vida y profesional.

A mis padres Agustín y Yaqueline, por apoyarme firmemente en cada decisión que he tomado y enseñarme los valores que forjan mi personalidad y carácter.

A mi hermano Alexis por su cariño, comprensión y confianza que deposita en mí.

Zavala Yarlequé Leidy Sofía

AGRADECIMIENTO

A la doctora María Victoria Espinoza Salcedo, por su enseñanza y apoyo en la realización de esta tesis.

A la doctora Carmen Ibañez Sevilla, por su apoyo y asesoría en la parte estadística.

A la doctora Julieta Donayre Escriba por brindarnos las capacitaciones requeridas para poder realizar la muestra.

A nuestro gran amigo, Julinho Jaramillo Nuñez, por su asesoría, ayuda y motivación para poder concluir esta tesis.

A nosotras mismas por la dedicación, perseverancia y responsabilidad al realizar este producto de investigación

Viviana Salazar y Sofía Zavala



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

Yo, ESPINOZA SALCEDO MARIA VICTORIA, docente de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD de la escuela profesional de ESTOMATOLOGÍA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis Completa titulada: "Comparación de la resistencia a la compresión in vitro entre resinas Bulk Fill y resinas convencionales", cuyos autores son SALAZAR ESTRADA VIVIANA STEFANY, ZAVALA YARLEQUE LEIDY SOFIA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 17 de Julio de 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ESPINOZA SALCEDO MARIA VICTORIA DNI: 21547681 ORCID: 0000-0001-9408-4396	Firmado electrónicamente por: MESPINOZASA02 el 25-07-2023 18:49:16

Código documento Trilce: TRI - 0596088



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

Declaratoria de originalidad de los autores

Nosotros, SALAZAR ESTRADA VIVIANA STEFANY, ZAVALA YARLEQUE LEIDY SOFIA estudiantes de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD de la escuela profesional de ESTOMATOLOGÍA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Comparación de la resistencia a la compresión in vitro entre resinas Bulk Fill y resinas convencionales", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
SALAZAR ESTRADA VIVIANA STEFANY DNI: 76196182 ORCID: 0000-0003-1010-2847	Firmado electrónicamente por: VSALAZARES el 20-09- 2023 10:47:14
ZAVALA YARLEQUE LEIDY SOFIA DNI: 75815748 ORCID: 0009-0000-6078-1273	Firmado electrónicamente por: LSZAVAY el 20-09- 2023 10:46:08

Código documento Trilce: INV – 1297976

Índice de contenidos

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población, muestra y muestreo	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimientos	12
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN	19
VI. CONCLUSIONES.....	23
VII. RECOMENDACIONES	24
REFERENCIAS	25
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación del esfuerzo de compresión entre dos resinas Bulk Fill y dos resinas convencionales.	16
Tabla 2. Resistencia a la compresión de las resinas Bulk Fill (3M Filtek Bulk Fill – Tetric N Ceram Bulk Fill)	17
Tabla 3. Resistencia a la compresión de las resinas convencionales (3M Filtek Z350 XT -Vivadent Tetric N-Ceram)	18

RESUMEN

Objetivo: Comparar la resistencia a la compresión entre dos resinas Bulk Fill y dos resinas convencionales.

Metodología: Se realizaron 10 muestras cilíndricas por cada resina a evaluar, obteniendo un total de 40 muestras cilíndricas de 4mm de diámetro por 10mm de altura. Para determinar la resistencia a la compresión se utilizó una máquina de ensayo universal a una velocidad de 1 mm/min.

Resultados: Se obtuvo que la resina Tetric N Ceram Bulk Fill tuvo mayor resistencia a la compresión a comparación de la resina 3M Filtek Bulk Fill y las resinas convencionales; 3M Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram.

Conclusión: La resina 3M Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram Bulk Fill presentan similar resistencia a la compresión.

Palabras claves: Fuerza compresiva, Resinas compuestas, Polimerización.

ABSTRACT

Objective: To compare the resistance to compression between two Bulk Fill resins and two conventional resins.

Methodology: 10 cylindrical samples were made for each resin to be evaluated, obtaining a total of 40 cylindrical samples of 4mm in diameter by 10mm in height. To determine the compressive strength, a universal testing machine was used at a speed of 1 mm/min.

Results: It was found that the Tetric N Ceram Bulk Fill resin had greater compressive strength compared to 3M Filtek Bulk Fill resin and conventional resins; 3M Filtek Z350 XT and Tetric N Ceram.

Conclusion: 3M Filtek Z350 XT resin and Tetric N Ceram Bulk Fill have similar compressive strength.

Keywords: Compressive strength, Composite resins, Polymerization.

I. INTRODUCCIÓN

Con el avance de los años la odontología restauradora ha desarrollado técnicas innovadoras mediante el uso de materiales e instrumentos nuevos, contando así con materiales altamente estéticos y resistentes, como lo son las resinas compuestas, mismas que reemplazaron el uso de amalgamas gracias a su alta estética, biocompatibilidad y facilidad de trabajo además de contar con propiedades mecánicas más favorables gracias a sus compuestos de relleno, estos materiales son ideales para restaurar pérdidas de tejido por caries dental, fracturas corales, desgaste de los dientes y defectos congénitos.^{1,2,3}

Desde que comenzó el desarrollo de las resinas compuestas modernas en 1962 con Bowen mediante el desarrollo de Metacrilato Deglicidil de Bisfenol A (bis-GMA),⁴ no se ha parado el avance tecnológico de este material, así mismo las técnicas adhesivas han mejorado por lo que actualmente es considerado el material más usado alrededor del mundo para restauraciones directas, con más de 500 millones de restauraciones anuales, por esto mismo es importante dar a conocer los nuevos composites los cuales se utilizaran para generar un mejor impacto en los tratamientos de una forma más segura y más duradera.⁵

Las resinas compuestas evolucionan, y actualmente debido a la gran demanda estética y funcional requerida por el paciente, a lo largo del tiempo, se ha observado una mejora en las propiedades mecánicas, químicas y físicas de estas resinas, especialmente en lo que corresponde a su esfuerzo compresivo, dureza, sin embargo esto no impide que existan limitaciones, entre estas se encuentran la contracción durante la polimerización y el grado de conversión,⁶ esto hace que sea necesario emplear la técnica incremental haciendo aplicaciones de 2 mm como máximo de espesor del composite para disminuir el estrés al que se somete el material, esto ocasiona el riesgo de que se puedan generar vacíos entre capa y capa, produciendo una contaminación, mala adaptación a los márgenes, microfiltraciones, lo que genera a la larga caries secundaria además sensibilidad postoperatoria, y si bien esta técnica incremental brinda grandes beneficios en las restauraciones, en la parte clínica se aumenta la dificultad, ya que se añaden más pasos operatorios y se

incrementan más los tiempos de trabajo para el operador pudiendo ocasionar errores en el protocolo.^{4,5}

Para darle solución a estos inconvenientes aparecieron en el mercado las resinas Bulk Fill también llamada compuestas a granel, estas resinas de nueva generación permiten la polimerización en capas de 4 o 5 mm en un solo paso, lo que reduce de manera significativa no solo el tiempo de trabajo, sino también el número de capas de composite mejorando la atención tanto para el paciente como para el odontólogo, esto es gracias a que los fabricantes incorporan moduladores de polimerización, monómeros que alivian el estrés y la tensión, partículas prepolimerizadas y fotoiniciadores que permiten una mayor profundidad gracias a que absorben más la irradiación de luz; no obstante para lograr todos estos beneficios existe la incógnita de si se alteran algunas propiedades mecánicas, entre la que particularmente encontramos el esfuerzo de compresión.^{3,7}

Una propiedad fundamental de un material de restauración es la resistencia compresiva, puesto que las fuerzas que se ejercen en la masticación generan compresión, por ello el material necesitaría tener la capacidad de resistirla, principalmente esta resistencia se relaciona con el sector posterior, ya que aquí se realizan las mayores fuerzas compresivas,⁸ si el material no es suficientemente resistente podría ocasionar a la larga fracasos en la restauración por la microfiltración y las fracturas a razón de las cargas de compresión en la masticación, es por esto que es necesario estudiar esta propiedad mecánica que guarda una estrecha relación con la función de masticación, y especialmente en estos nuevos materiales de resina Bulk Fill, para conocer si tiene los valores de resistencia adecuados para ser un buen material de restauración.^{3,9}

De lo anteriormente mencionado se planteó la siguiente formulación del problema: ¿Existe diferencia en la compresión entre dos resinas compuestas convencionales frente a dos resinas compuestas tipo Bulk Fill? La importancia teórica de la presente investigación permitirá aumentar el conocimiento científico sobre el esfuerzo de compresión en las resinas de la marca 3M Espe, y las resinas fabricadas por Ivoclar Vivadent, reconocidas a nivel global por su

estética y calidad en la restauración dental, siendo de las marcas más comerciales en Perú por su calidad y prestigio en el país, sin embargo las resinas Bulk Fill poseen características distintas en su composición, así como su técnica de trabajo, este estudio proporcionará a los Odontólogos información que los ayude a elegir una resina que se adecue a las necesidades de cada tratamiento, de igual manera este estudio servirá como base para próximas investigaciones ya que este tipo de materiales tiene poco tiempo de investigación en el país. En cuanto a la relevancia práctica, es vital ya que los Cirujanos Dentistas en la atención odontológica podrán identificar el material restaurador que brinde una buena resistencia a la compresión y que le facilite su aplicación, pudiendo decidir si usar una resina convencional o una resina Bulk Fill, para que sea usada en restauraciones posteriores en un menor tiempo de trabajo. Metodológicamente este estudio es importante ya que se estandarizaron los procedimientos e instrumentos para la prueba de resistencia a la compresión y se compararon dos tipos de resina, obteniéndose resultados fiables de ambos tipos de resina puesto que se utilizó la técnica de aplicación estándar para cada tipo de material, siendo la incremental de 2 mm para las resinas convencionales y la monoincremental de más de 4 mm las resinas Bulk Fill, permitiendo comparar y elegir la más adecuada para los diferentes casos que afrontan los cirujanos dentistas en la práctica clínica.

Es por ello, como objetivo general se planteó: Comparar el esfuerzo de compresión entre dos resinas Bulk Fill y dos resinas convencionales y como objetivos específicos: Determinar el esfuerzo de compresión de las resinas Bulk Fill y Determinar el esfuerzo a la compresión de las resinas convencionales.

II. MARCO TEÓRICO

Birant S. et al¹⁰ (2021) en Turquía. Llevaron a cabo un estudio con el propósito de evaluar el esfuerzo a la compresión de los 6 materiales de restauración diferentes que se utilizan con frecuencia en la actualidad mediante el uso de la prueba universal de resistencia compresiva, donde se seleccionaron tres materiales de restauración de relleno en bloque a base de resina, dos a base de ionómero y uno de composite convencional, preparando 10 muestras de cada material de estudio, para los ensayos de compresión se utilizó una máquina de tracción. En los resultados se obtuvieron valores del esfuerzo de compresión de 281,97 N para Tetric EvoCeram Bulk Fill y 665,43 N para Filtek Bulk Fill (3M/ESPE). Concluyendo que el grado de esfuerzo de compresión del composite SureFil SDR Bulk Fill y el composite Filtek Bulk Fill era más alto 1019,46 y 665,43 N respectivamente, a diferencia del composite convencional y otros materiales de restauración similares a estos estudios.

Peñafiel M, et al¹¹ (2019) en Ecuador. Sostuvieron como objetivo colacionar el esfuerzo de las resinas de tipo híbrida, nanohíbrida, como también de Bulk Fill a la compresión. Este estudio fue natural experimental e *in vitro*, para las muestras se utilizaron 10 cilindros de 4x4mm, utilizando las resinas Filtek Z250 3M, Filtek Z350 XT 3M y Filtek Bulk Fill 3M. El instrumento que usaron fue una máquina de tracción la cual tuvo una velocidad de 1 mm/minuto. Los resultados de resistencia fueron de 162,998 MPa para la resina 3M Filtek Z250, 177,05 para la resina 3M Filtek Z350 XT y 172,305 MPa para la resina 3M Filtek Bulk Fill. En definitiva, se obtuvo que la resina Filtek Z350 XT tuvo mayor esfuerzo tanto contra la otra resina convencional que contra la resina Bulk Fill.

Cilingir A, et al¹² (2019) en Turquía. Tuvieron como objetivo estudiar el esfuerzo de componentes desarrollados con resina nanohíbrida de tipo convencional y con relleno en bloque de baja y alta viscosidad, solamente cuando estén cubiertos de resina hecha de nanohíbrida. Fue un estudio experimental con un total de 60 matrices cilíndricas como muestras los cuales se dividieron en equipos de 10, con los siguientes materiales composite de relleno en bloque de alta viscosidad Tetric N Ceram (TBF) y composite nanohíbrido convencional Z550(FK). El instrumento que usaron fue una máquina de tracción a una

velocidad de 1 mm/minuto. En los resultados se obtuvieron valores de esfuerzo compresivo de 122 Mpa para la resina Tetric N° Ceram-Bulk Fill, 223,8 para Filtek Z550, concluyendo que: El compuesto nano híbrido tuvo una resistencia compresiva (MPa) significativamente mayor que el grupo de Bulk Fill (TBF).

Warangkulkasemkit S, et al¹³ (2018) en Tailandia, ejecutaron un estudio con el propósito de evaluar y comparar las propiedades físicas de tres materiales comerciales para la reconstrucción de muñones utilizando el esfuerzo de compresión, donde se utilizaron 3 tipos de resina. Se prepararon 15 muestras de cada grupo, para el grupo de composite convencional, la muestra se colocó en capas incrementales de 2 mm, para ello se utilizó una máquina de prueba universal. Como resultado FiltekTMZ350 tuvo un esfuerzo a la compresión con 283,43 y Filtek Bulk Fill con 239.75 MPa. Concluyendo así que FiltekTMZ350 es el material con mayor resistencia compresiva, seguido de Filtek Bulk Fill que también mostró una alta resistencia y confiabilidad.

Alkhudhairy FI¹⁴ (2017) en Arabia Saudita. Tuvo la finalidad averiguar los efectos de distintas intensidades de luz de curado en propiedades mecánicas como el esfuerzo a la compresión RBC de relleno en bloque. En este estudio experimental se evaluaron cuatro equipos de relleno en bloque: Primer grupo Tetric N° Ceram Bulk Fill); segundo grupo (SonicFill); tercer grupo (SDR Posterior Bulk Fill); cuarto grupo (Filtek Bulk Fill). Se prepararon 72 especímenes de 5mm de diámetro y 4 mm de espesor utilizando un molde de latón. Estas se fotopolimerizaron por 20 seg a 1200mW/cm² (alta intensidad). El instrumento que utilizaron para evaluar el esfuerzo a la compresión fue una máquina de tipo ensayo universal con velocidad de 1 mm/min. Se obtuvieron valores de compresión de 235.48 MPa para Filtek Bulk Fill y de 224.06 para Tetric N° Ceram - Bulk Fill. Concluyendo así que, la mayor intensidad de luz de polimerización (1200 mW/cm²) influyó de manera positiva en la compresión de los cuatro composites bulk fill.

Mohamed M, et al¹⁵ (2017) en Arabia Saudita. Concretaron un estudio con el fin de averiguar y colacionar las propiedades mecánicas de 2 materiales compuestos con resina de relleno en bloque y 2 compuestos con resina de relleno incremental, en el cual, para medir la compresión se utilizaron 10

especímenes cilíndricos y 10 en forma de barra por cada material de resina compuesta, para ello se utilizó una máquina de prueba universal. En cuanto a los resultados indicaron valores del esfuerzo de compresión de 238.32 MPa para Tetric EvoCeram Bulk Fill, 213.40 para Filtek Bulk Fill y 245.13 Filtek Z350 XT, finalizando así que, la resina Filtek Z350 XT tiene mayor esfuerzo compresivo que la Filtek Bulk Fill.

Sadananda V, et al¹⁶ (2017) en India. Mantuvieron como finalidad valorar la resistencia de flexión y a la compresión de 3 compuestos de restauración compuestos de relleno en bloque. Este estudio tuvo naturaleza experimental y se evaluaron 30 muestras de 3mm por 6mm, divididas en 3 grupos, y se comparó el esfuerzo de compresión de 2 resinas, una 3M y una Ivoclar, en cuanto a los resultados, se mostró que para la resina Filtek Bulk Fill hubo un esfuerzo de compresión de 318,49 MPa, y de 267,24 MPa para Tetric N-Ceram Bulk Fill. Concluyó que la resina Filtek Bulk Fill tuvo un esfuerzo a la compresión considerablemente más alta.

Acurio P, et al¹⁷ (2017) en Perú. Realizaron un estudio con el propósito de colacionar el esfuerzo compresivo de dos resinas tipo Bulk Fill y 2 resinas convencionales, en el cual se evaluaron 136 cilindros de 4 tipos de resina diferentes, utilizando para el análisis, una máquina universal de ensayos mecánicos. Los resultados indicaron una resistencia compresiva para Tetric N° Ceram Bulk Fill de 303,87 MPa y de 289,7 para Filtek Z250 XT. Concluyendo así que la resina Tetric N° Ceram Bulk Fill tiene un esfuerzo de compresión mayor comparada con las resinas convencionales estudiadas.

Los composites son materiales sintéticos cuya mezcla heterogénea forman una composición de moléculas de variados elementos, los cuales pueden ser de esfuerzo o de cohesión. Los componentes de cohesión buscan envolver y unir los materiales de refuerzo para lograr la rigidez y posición esperada; mientras que los refuerzos otorgan propiedades físicas que, en conjunto, perfeccionan las propiedades de cohesión y rigidez. Al combinar estos materiales, se obtienen propiedades mecánicas superiores a las materias primas de las que proceden. Los componentes de resina se describen de la siguiente manera, la materia orgánica es una molécula cuya estructura molecular es una combinación

híbrida-epóxica, en la cual los grupos reactivos terminales son sustituidos por grupos metacrilatos, generando una estructura designada como Bis-GMA.¹⁸

A pesar de los avances que se han podido lograr, aún es un desafío para la ciencia reconocer cual es el material más adecuado, sobre todo si se intenta escoger la resina que logre garantizar óptimas propiedades físico-mecánicas, conservación a largo plazo de la restauración y que sean biocompatibles con el sistema Estomatognático.¹⁹ Los materiales buscan lograr las mejores propiedades, entre ellos la resistencia compresiva; es decir, un esfuerzo mayor para tolerar la carga prensada y resistir ante las primeras razones de fracaso y reemplazo de restauraciones como la filtración marginal microscópica y la fractura inducida por las fuerzas de compresión durante la masticación; por lo cual, siempre se está en constante búsqueda de técnicas o resinas perfectas que evite dichos fracasos.^{20, 21} Para la aplicación de los composites existen diversas técnicas, las cuales se utilizan para mejorar los resultados, una de estas técnicas es utilizada en las resinas convencionales donde se aplican capas de 2mm de espesor;^{17, 22} sin embargo, hoy ha sido implementado un novedoso método de restauración masiva llamado Bulk Fill, en donde, el composite puede ser colocada en capas de 4 a 5mm de grosor.¹⁷

Para elegir los materiales además es importante elegir un color similar a los dientes naturales del paciente, pues se busca cumplir con los aspectos biológicos, funcionales y también estéticos, para de esta manera salvaguardar los tejidos dentales durante la preparación y desarrollo, además de ofrecerle al paciente comodidad con el resultado,²³ entre las principales composites encontramos las resinas de macrorelleno o convencionales que se caracterizan por contener partículas de carga con dimensiones que varían entre 10 y 50 micrómetros.²⁴ Dentro de la práctica odontológica, estas resinas fueron muy utilizadas, no obstante, presentan diversos inconvenientes que para la actualidad justifican su desuso. Su funcionamiento es considerado como deficiente, puesto que su acabado superficial no es adecuado, por lo cual, genera un desgaste en la matriz de resina, lo que resulta en la exposición de piezas de carga de mayor volumen; además, al ser rugoso, casi no refleja brillo superficial y ocasiona más sensibilidad a la coloración. Dentro Los rellenos que

más se utilizan en este tipo de resinas incluyen cuarzo, así como el vidrio de estroncio o bario. El uso del relleno de cuarzo proporciona estética y durabilidad a las resinas, no es radiopaco y puede generar un desgaste significativo en el diente oponente. Mientras que el vidrio de estroncio o bario son radiopacos, pero carecen de estabilidad en contraposición al cuarzo.²⁵

El tipo de material que se empleó para la medición de las resinas convencionales son la Filtek Z350 XT y Vivadent Tetric N-Ceram. La resina Filtek Z350 XT es un composite fotopolimerizable de nanorelleno cuya característica de composición es el nanoclústers y su diseño se emplea para restauraciones anteriores y posteriores. Esta resina tiene componentes como el UDMA, Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA y PEGDMA. Y como base de su fase dispersa cuenta con un sistema de relleno agregado-aglomerado y no agregado-no aglomerado. Por otro lado, la Tetric N Ceram – Ivoclar Vivadent es un composite cuyo material es radiopaco, nanohíbrido y fotocurable, empleado principalmente como tratamiento restaurador. Su composición incluye dimetacrilatos y sus partículas de relleno contienen vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, copolímeros y óxidos mixtos.²⁶

Cuando se habla de resinas Bulk-Fill, primero se deben describir sus propiedades, las cuales se demuestran ser semejantes a composites; en donde, la contracción al momento de ser polimerizadas, tiene valores semejantes a las nanohíbridas sin embargo las resinas Bulk-Fill tienen mayor compactación ante la microfiltración,^{27, 28} las resinas Bulk-Fill presentan propiedades como la mayor profundidad de restaurado, el mayor grado de conversión, la menor contracción y estrés de polimerización y menor defeción cuspídea, lo que permite tener la ventaja de reducir el tiempo y la facilidad de la técnica al momento de la restauración, lo que permite al odontólogo contar con el uso de una técnica eficiente para poder emplear esta resina.²⁹ Además, presentan temperaturas mayores a los composites convencionales, pues la cantidad de resina utilizada en el proceso está directamente relacionada con la intensidad de la reacción exotérmica que hay al momento de polimerizar. En razón al estrés y contracción de polimerización, los materiales restauradores comprueban que la contracción y formación de espacios es menor, pese a que la profundidad de curado es

superior, comparado con la resina convencional.²⁸ Asimismo, los fotoiniciadores que se emplean, presentan distintas longitudes de ondas, incrementando en las lámparas LED chips de diferentes salidas espectrales para canforoquinonas 430-480 nm, con rampa 350-435 nm e ivocerin 370-460 nm. Dicha translucidez podría considerar como el factor primordial que domina la actividad eficiente del curado en profundidad, y junto a las propiedades mecánicas promueven una tensión menor de contracción por polimerización que la resina microhíbrido convencional.³⁰

La resina de Bulk-Fill está compuesta principalmente de aluminio, boro, fluoro silicato de bario, resinas dimetacrilato, bisfenol, glicol dimetacrilato, dióxido de titanio, pigmentos. Como tal, sus propiedades son similares a los composites convencionales; no obstante, pueden colocarse en aumentos de 4 mm con una menor contracción de polimerización. Además, la resina Bulk-Fill se diferencia de otras por una variedad de tonos que buscan contribuir en la función estética. El fotocurado se realiza en capas 5 mm³¹ y se caracterizan por su mayor transparencia, lo que mejora la impregnación de la luz durante el proceso de fotocurado debido al menor índice de refracción de las partículas de carga.³²

La resina Filtek Bulk Fill es un composite de restauración nanoincremental para restauraciones posteriores, es fotopolimerizable por luz visible y, sugiere capas 4 a 5 mm, lo cual permite simplificar la restauración con fácil manipulación y con la obtención de obturaciones estéticas. Además, la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill tiene un alto rendimiento clínico para restauraciones posteriores y pertenece a las resinas universales y tiene en su composición fotoiniciadores permitiendo el fotocurado en 10 segundos ($> 1000 \text{ mW} / \text{cm}^2$) de incrementos hasta 4 mm.^{33,34}

El esfuerzo de compresión es una propiedad característica muy evaluada en los materiales de restauración, que busca tolerar las presiones verticales al masticar como una conducta ordinaria; en otras palabras, mide la resistencia máxima a la tensión que un material tolera antes de romperse, generalmente se mide en megapascales (MPa) o en Newtons (N). En diversas investigaciones se evaluó el esfuerzo a la compresión de la resina convencional y la resina Bulk Fill en distintas profundidades de polimerización y, dentro de las características

obtenidas se evidencia un menor tamaño de partícula de volumen constante durante el esfuerzo a la compresión en la resina Bulk Fill, la cual según los estudios viene reconociéndose por contar con una mayor resistencia dentro de los resultados, a diferencia de las resinas convencionales, según el fabricante la resina Filtek Bulk Fill supera los 300 Mpa de resistencia compresiva y de igual manera para Tetric N°Ceram-Bulk Fill.³⁵

Cada fabricante resinas Bulk-Fill incluye dentro de sus componentes diferentes monómeros de metacrilato, tales como AUDMA, AFM, UDMA, y fotoiniciadores como el Ivocerin, conocido como un iniciador que tiene como base al germanio y combinado con diversos componentes como óxido de benzoilo difenilfosfina de trimetilo y la canforquinona 2, 4, 6, aumentan la profundidad de polimerización, logrando alcanzar los 400 - 450 nm de longitud de onda, esto influyen en la conversión de los polímeros del material; por lo que esta resina hasta el momento presenta un mejor resultado de resistencia a la compresión a 4mm de profundidad en comparación con los composites convencionales.¹⁷

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación:

El producto presente fue de tipo aplicado, al ser tomada en cuenta los fines prácticos del conocimiento centrandose su objetivo en conocer una realidad o fenómeno obteniendo así una mejora en el bienestar del hombre.^{36, 37}

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño fue experimental, ya que se manipuló deliberadamente la variable, transversal dado que se evaluó el efecto de las variables en su totalidad y se recopilaron los datos en un solo momento, comparativa puesto que se realizó el paralelismo de 4 grupos y prospectiva ya que la investigación se realizó de acuerdo cómo fueron sucediendo los hechos y según se recopilaron los datos.^{38, 39}

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Resistencia a la compresión.

Variable cuantitativa. Se define conceptualmente como la resistencia máxima de un material antes de fracturarse.²⁰

Variables dependientes:

Resinas Compuestas: Variable cualitativa. Resinas fotopolimerizables aplicadas con incrementos de 2, hasta 4 mm según el tipo de material.⁴⁰

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Se trabajó con composites Bulk Fill las cuales fueron, 3M Filtek Bulk Fill y Vivadent Tetric°N-Ceram Bulk Fill. Además de resinas convencionales 3M Filtek Z350 y Vivadent Tetric°N-Ceram

Criterios de inclusión: Resinas que se no se encuentren vencidas y cilindros de resina con las correspondientes mediciones (4mm de diámetro x 10mm de altura) acorde con la norma ISO 3597-3.⁴¹

Criterios de exclusión: cilindros de resina con grietas o fracturas y/o presencia de burbujas.

Muestra: Se logró mediante la fórmula para el cálculo de unidades de ensayo. (Anexo 3) Dando este como resultado, un total de 10 repeticiones por grupo, es por ello que se trabajó con 40 cilindros de resina, las mismas que fueron divididas en grupos consecutivamente: 10 cilindros de resina Filtek Bulk Fill (3M), 10 cilindros de resina Vivadent Tetric N-Ceram Bulk Fill, 10 cilindros de resina 3M Filtek Z350 y 10 cilindros de resina Vivadent Tetric N-Ceram.

Unidad de análisis: Cilindros de resina.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizó la técnica de observación, dado que, cuando se analizó el esfuerzo a la compresión, se observó y se registró un informe técnico, el cual fue elaborado por las investigadoras y representado mediante un cuadro donde se indicó como componentes, el tipo de resina estudiada, el diámetro (mm), la longitud (mm), el área (mm²), fuerza máxima (N) y por último el esfuerzo de compresión (Mpa). (Anexo 2)

La norma ISO 3597-3:2003, corresponde a un método que se utiliza para determinar la resistencia compresiva de muestras cilíndricas compuestas de composite en este caso.⁴¹ La prueba piloto realizada fue en cilindros tan cual fueron moldeados con una medida de 4 x 10 mm.

Además, se ejecutó una prueba piloto para verificar la eficacia de los aspectos logísticos de la ejecución de la investigación para evitar errores en el estudio final, y en la cual se evaluaron 3 especímenes de resina de 4x10 mm por cada composite.

3.5. Procedimientos

Obtención de permisos de laboratorio

Se realizó una carta de presentación como investigadoras a la Universidad Cesar Vallejo, la cual fue dirigida al ingeniero representante del Laboratorio High Technology laboratory certificate S.A.C.: Robert Eusebio Teherán.

(Anexo 4) Posterior a ello, se obtuvo por parte del ingeniero, la constancia de autorización, para poder trabajar en el laboratorio. (Anexo 5)

Obtención de composites

Los composites que se utilizaron se compraron en una tienda dental de conveniencia, tales como resinas convencionales Filtek Z 350 XT 3M Espe y Tetric N° Ceram Ivoclar Vivadent, además de las resinas Filtek Bulk Fill 3M Espe y la resina Tetric N Ceram - Bulk fill de Ivoclar Vivadent.

Certificación de la lámpara LED

Los cilindros se polimerizaron haciendo uso de la lámpara de fotocurado marca Woodpecker, LED F fabricada en China, misma que previo a realizar las muestras de resina se comprobó la intensidad de la luz de la misma, esto se realizó gracias a un radiómetro de la marca Woodpecker para la calibración, en donde se situó la parte activa de la lámpara por 20 segundos y así registrar la intensidad de luz emitida. (Anexo 9, figura 4)

Capacitación para ejecución de muestras

Previo a realizar la preparación de las muestras, se recibió una capacitación acerca de la técnica incremental brindada por la docente especialista en carielogía y endodoncia, Julieta Emperatriz Donayre Escriba, con quien se realizaron 10 muestras de 4 mm x 10 mm, seleccionando las mejores y quedando finalmente con 40 de ellas. (Anexo 9, figura 1)

Preparación de las muestras

Se confeccionaron 40 cilindros de resina con las medidas de 4 x 10 de altura, 10 por cada resina, dando un total de 40 muestras, las cuales se enumeraron correlativamente para ello se utilizó una matriz de plástico proporcionada por el ingeniero jefe de laboratorio. (Anexo 9, figura 3) Se empleó una espátula para la resina con partes activas de color negro de la marca OSUNGMND^{SR} de modelo CSCT1, conservando una compactación uniforme en la elaboración de los especímenes, se posicionó la matriz de nylon en una platina de vidrio y compactándose el material con ayuda de la espátula, para finalmente colocar una cinta celuloide por encima para

obtener una superficie lisa (Anexo 9, figura 6) , para los cilindros de resina Filtek Z 350 3M Espe e Ivoclar Vivadent Tetric N-Ceram se utilizó una sonda periodontal North Caroline de la marca Hu-Fridey, codificada del 1 a 15mm, que sirvió para calcular la distancia entre el borde superior del molde, posterior a ello se colocó la primera capa de composite haciendo uso de la técnica incremental después se fotopolimerizó por 20 segundos, posicionando la lampara lo más próximo a la matriz, es decir que se realizaron 5 capas de 2 mm de espesor cada una, hasta saturar la matriz. La preparación de los especímenes cilíndricos de las resinas Bulk Fill, fue casi de la misma manera que las anteriores, a diferencia que esta fue en 2 bloques de 5mm de espesor, los cuales fueron medidos con la misma sonda periodontal, hasta saturar la matriz para finalmente colocar la cinta celuloide y fotocurar 20 segundos entre cada bloque.

Evaluación de la resistencia a la compresión

Se realizó la medición de la resistencia compresiva en el laboratorio, siendo supervisado todo por el ingeniero responsable; se empleó una maquina universal de ensayos de la marca LG con procedencia coreana, para la medición, misma que aplicó fuerzas en Megapascales (MPa) con una velocidad de 1 mm/min y se evaluó la resistencia compresiva en los especímenes de composite preparados. El procedimiento a seguir por las investigadoras en el laboratorio fue: Medir el diámetro de todas las muestras utilizando un vernier digital. Posteriormente se colocó de manera vertical las muestras en el centro de la mesa de ensayo y se procedió con la carga de compresión a una velocidad de 1 mm /min, hasta que se originó la fractura de la muestra. Se registró la fuerza máxima, en Newtons(N).

Lectura de resultados

Los resultados que se obtuvieron de la resistencia compresiva (σ_C) se reportaron mediante Megapascales (MPa), según cada resina evaluada, usando la ecuación: $\sigma_C = 4xF/\pi d^2$. Donde se registró que la resina Tetric N°Ceram-Bulk Fill tuvo mayor esfuerzo de compresión a diferencia de las demás.

3.6. Método de análisis de datos

La información recaudada fue registrada con el instrumento de recolección de datos (Anexo 2) y fueron tabulados en el programa Microsoft Excel 2019. El análisis estadístico se efectuó en el programa Stata 17, se realizó el análisis descriptivo mediante medida de tendencia central como la media y de dispersión como la desviación estándar. Dentro de la estadística inferencial se verificó que la distribución de los datos fue normal y se aplicó la prueba estadística Anova con prueba de post Hoc Bonferroni, con un nivel de significancia 5%. (Anexo 10)

3.7. Aspectos éticos

Se garantizó la ética del estudio experimental mediante el cumplimiento de las normas de bioseguridad establecidas en el Manual de Bioseguridad y Gestión de residuos comunes y biocontaminados del laboratorio de la Universidad César Vallejo;⁴² así también se respetaron principios éticos número 6,7,8 y 9 del código de ética en investigación de la universidad César Vallejo,⁴³ además de la carta de aceptación para la ejecución de la investigación por parte del laboratorio High Technology laboratory certificate S.A.C, así también se precisó el certificado de calibración del equipo, brindando así la seguridad en la obtención de resultados de los especímenes. Además, el laboratorio facilitó el certificado de realización de las muestras en lo que respecta a la resistencia a la compresión, contando con la firma del ingeniero a cargo.

IV. RESULTADOS

Tabla 1. Comparación del esfuerzo de compresión entre dos resinas Bulk Fill y dos resinas convencionales.

Resina	Resistencia		p*	Comparación entre resinas	p**
	Media	D.E			
3M Filtek Z350 XT	203.37	16.17		3M Filtek Z350 XT Tetric N Ceram Bulk Fill	1.00
Tetric N Ceram Bulk Fill	200.56	20.78	0.000	Tetric N Ceram Bulk Fill 3M Filtek Bulk Fill	0.000
Tetric N Ceram	195.11	29.36		3M Filtek Z350 XT Tetric N Ceram	1.000
3M Filtek Bulk Fill	150.44	16.89		3M Filtek Z350 XT 3M Filtek Bulk Fill	0.000
Total	187.55	30.05		Tetric N Ceram Bulk Fill Tetric N Ceram	0.000

Fuente: Base propia de autores. *Anova. **Post Hoc: Bonferroni. Nivel de significancia 5%. D.E. Desviación estándar.

En la tabla 1 se compara la resistencia a la compresión in vitro de las 4 resinas de estudio; 3M Filtek Z350 XT, Tetric N Ceram Bulk Fill, Tetric N Ceram y 3M Filtek Bulk Fill con la prueba de Anova, obteniendo $p=0.000$, es decir que por lo menos una resina es diferente. Se realizó la prueba de post hoc de Bonferroni encontrando que existe diferencia entre la resina Tetric N Ceram Bulk Fill y 3M Filtek Bulk Fill, 3M Filtek Z350 XT y 3M Filtek Bulk Fill y en la Tetric N Ceram Bulk con Tetric N Ceram. Así mismo se obtuvo como resultado que la resina Tetric N Ceram Bulk Fill y la resina 3M Filtek Z350 XT tuvieron mayor resistencia a la compresión a comparación de las resinas 3M Filtek Bulk Fill y Tetric N Ceram.

Tabla 2. Resistencia a la compresión de las resinas Bulk Fill (3M Filtek Bulk Fill – Tetric N Ceram Bulk Fill)

RESINA	N	Esfuerzo Compresión (Mpa)			
		Media	D.E	Mínimo	Máximo
3M Filtek Bulk Fill	10	150.44	16.89	128.16	170.88
Tetric N Ceram Bulk Fill	10	200.56	20.78	178.12	249.2

Fuente: Base propia de autores. D.E. Desviación estándar.

En la tabla 2 se determinó la resistencia a la compresión de las resinas 3M Filtek Bulk Fill y Tetric N Ceram Bulk Fill donde se observa en la resina 3M Filtek Bulk Fill una media de 150.44 Mpa, D.E 16.89, mínimo 128.16 y máximo 170.88, mientras la resina Tetric N Ceram Bulk Fill presentó una media de 200.56, D.E 20.78, mínimo 178.12 y máximo 249.2.

Tabla 3. Resistencia a la compresión de las resinas convencionales (3M Filtek Z350 XT -Vivadent Tetric N-Ceram)

RESINA	N	Esfuerzo Compresión (Mpa)			
		Media	D.E	Mínimo	Máximo
3M Filtek Z350 XT	10	203.37	16.17	184.32	240.53
Tetric N Ceram	10	195.81	29.36	160.71	248.21

Fuente: Base propia de autores. D.E. Desviación estándar.

En la tabla 3 se determinó la resistencia a la compresión de los composites convencionales 3M Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram donde se observa en la resina 3M Filtek Z350 XT una media de 203.37 Mpa, D.E 16.17, mínimo 184.32 y máximo 240.53, mientras la resina Tetric N Ceram exhibió una media de 195.81, D.E 29.36, mínimo 160.71 y máximo 249.2.

V. DISCUSIÓN

El propósito principal de esta investigación consistió en realizar una comparación de la resistencia compresiva entre composites de tipo Bulk fill y convencionales. La capacidad de poder soportar las cargas ejercidas durante la oclusión y la lateralidad en la cavidad bucal es un indicador crítico para evaluar la calidad de los materiales restauradores, especialmente en el sector posterior. En este producto, se examinó el esfuerzo a la compresión de cuatro variedades de resinas compuestas que se encuentran actualmente a la venta en el ámbito comercial del Perú. Esta característica mecánica es de suma importancia, puesto que, durante la acción de masticar y triturar los alimentos, se producen cargas oclusales excesivas que pueden sobrepasar los límites de resistencia y pueden ocasionar fracturas en las piezas dentales o en las restauraciones⁸. Además, se debe tener en cuenta que las fracturas resultantes de la falta de resistencia a la compresión en las restauraciones pueden generar molestias y complicaciones adicionales a largo plazo en los pacientes, como hipersensibilidad postoperatoria, formación de caries cerca de la restauración y filtración marginal. Estos factores impactan directamente en la durabilidad y efectividad del tratamiento restaurado²⁰.

A medida que avanza la composición de las resinas, también se producen cambios en las técnicas de aplicación. Estos cambios pueden generar disparidades entre las resinas de tipo Bulk Fill y las convencionales. Por ejemplo, las resinas Filtek™ Z350 XT y Tetric N-Ceram se aplican utilizando la técnica de inserción incremental, que consiste en capas de 2 mm de grosor, sin embargo, es una técnica delicada que depende mucho de la habilidad del operador y en la que es posible introducir burbujas de manera fácil, lo cual puede resultar en una falta de cohesión entre las capas de material, además, la presencia de oxígeno en estas cavidades actúa como un inhibidor de la polimerización, lo que resulta en áreas de la resina que no se polimerizan por completo, lo que afecta la resistencia compresiva del material^{4,5}. En contraste, el sistema Bulk fill utilizado en las resinas Tetric N°Ceram-Bulk Fill y 3M Filtek Bulk Fill se aplica en una sola capa (hasta 4mm)^{3,7}, permitiendo obtener un bloque uniforme y homogéneo, lo cual, de acuerdo con los fabricantes, lograría una restauración sin defectos, ya que se ha observado que las imperfecciones

pueden tener un impacto negativo en las propiedades mecánicas una vez que el material ha sido polimerizado.⁴⁴

En ese sentido al realizar la comparación entre composites tipo Bulk Fill y los composites convencionales, observamos que los composites 3M Filtek Z350 XT y Tetric N-Ceram Bulk Fill mostraron los valores más elevados, y se destaca que si bien es cierto la resina 3M Filtek Z350 XT tiene una resistencia a la compresión superior, la diferencia es mínima e incluso no es significativa. Estos son similares a lo obtenido por Mohamed M, et al¹⁵, esta similitud se puede deber a que al ser aplicadas según su técnica cada una mantienen sus propiedades mecánicas y al tener compuestos similares (nanohíbridos) generan un grado de compresión similar^{26,29}.

Durante el estudio comparativo de las resinas tipo Bulk, se determinó que la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill exhibe una resistencia a compresión superior comparado con el composite 3M Filtek Bulk Fill. Estos hallazgos coinciden con los resultados de una investigación previa realizada por Acurio P, et al¹⁴, donde se evaluaron las propiedades de compresión compuestos dentales, incluyendo el Tetric N-Ceram Bulk Fill, en ese estudio, se obtuvieron valores de compresión similares al valor obtenido en el presente estudio. Además, la disparidad en la resistencia puede atribuirse al contenido de Ivocerin en la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill, el cual actúa como un iniciador. Esta combinación en conjunto con otros componentes como el óxido de benzoilo difenilfosfino de trimetilo y la canforquinona, contribuye a aumentar la profundidad de polimerización mediante foto activación, permitiendo alcanzar longitudes de onda de 400 y 450 nm. De esta manera, se logra una mayor eficiencia en la polimerización de la resina³⁰, lo cual puede explicar la superior resistencia compresiva observada en el material Tetric N-Ceram Bulk Fill en comparación con la resina 3M Filtek Bulk Fill.

Por otro lado, al hacer la comparación entre resinas del mismo fabricante observamos que 3M Filtek Z350 XT y 3M Filtek Bulk Fill se encontró una diferencia muy marcada alcanzando los 50 MPa de diferencia entre estas, de manera similar Warangkulkasemkit S, et al¹³ quienes sostienen que Filtek Z350 es el material con mayor resistencia compresiva superando con creces al Filtek Bulk Fill misma que

sin embargo también es confiable y resistente¹³. En sentido opuesto en el caso de la marca Ivoclar Vivadent al comparar las resinas Tetric N Ceram tanto Bulk Fill como convencional se encontró una diferencia marcada, no obstante, en este caso la resina del grupo bulk fill es quien tiene una resistencia mayor, dejando en evidencia que, en el caso de esta marca de composites, las nuevas generaciones y tecnologías de fabricación de estas resinas es mucho mejor en todo caso.

Se obtuvieron resultados contrastantes por parte de Alkhudhairy F¹⁴, quien observó que la resina Filtek Bulk Fill exhibió una resistencia mayor en comparación con la Tetric N°Ceram-Bulk Fill, comparado con el presente estudio en el cual el resultado es lo opuesto, esto podría atribuirse al uso de muestras con dimensiones diferentes, ya que se emplearon especímenes con un diámetro de 5 mm y una altura de 4 mm, en contraste con los utilizados en esta investigación, que tuvieron un diámetro de 4 mm y una altura de 10 mm. Del mismo modo, Sadananda V, et al¹⁶ y Birant S. et al¹⁰ demostraron que la resina Filtek Bulk Fill presentó una mayor resistencia a la compresión en comparación con la Tetric N°Ceram-Bulk Fill. Estas diferencias podrían atribuirse a la variabilidad en la metodología utilizada al confeccionar las muestras y realizar la prueba mecánica.

Al evaluar las cuatro resinas seleccionadas, se obtuvieron resultados que revelaron diferencias estadísticamente significativas en términos de resistencia compresiva entre los diferentes materiales. Estas diferencias se deben directamente a la composición particular de cada resina, lo cual les confiriéndoles características individuales y distintivas¹⁸. Es relevante destacar que la resina convencional nanohíbrida Filtek Z350 XT alcanzó la mejor resistencia compresiva, estos resultados se pueden justificar gracias a que esta resina está compuesta principalmente de monómeros de Bis-GMA y UDMA, que aportan resistencia y durabilidad. Además, de alto contenido inorgánico como dióxido de silicio y vidrio de bario-aluminosilicato, que fortalecen la resina y mejoran sus propiedades mecánicas^{18,25}. Sin embargo no se puede dejar de lado a la resina Tetric°N Ceram-Bulk Fill, que tuvo alta resistencia a la compresión, comparándose incluso con la convencional Z350 XT, en este aspecto es similar a lo encontrado por Acurio P, et al¹⁷ quienes también encontraron que Tetric N-Ceram Bulk Fill tenía mayor resistencia a la compresión.

Con relación a la composición de las resinas convencionales analizadas, se encontraron similitudes en la resistencia compresiva entre las resinas convencionales, con valores de compresión similares, al igual que lo demostrado por Peñafiel M, et al¹¹, quienes obtuvieron resultados de compresión comparables para composites nanohíbridos similares. Estos hallazgos sugieren que ambas resinas convencionales presentan una resistencia compresiva cercana, lo cual puede ser atribuido a su composición y propiedades mecánicas.

No obstante, investigaciones como la de Cilingir A, et al¹² han mostrado que la resina Tetric N°Ceram-Bulk Fill alcanza solamente 122 Megapascales, en contraste con los 200.59 MPa obtenidos en el presente estudio. Esta discrepancia puede atribuirse al uso de una lámpara LED con una intensidad de 600 mW/cm² durante 20 segundos por parte de Cilingir A, et al¹², en comparación con los 1200 mW/cm² empleados en la presente investigación. Es importante destacar que el proceso de fotopolimerización influye significativamente en el adecuado curado de los composites, especialmente en resinas de relleno a granel donde se realizan capas de hasta 4mm, requiriendo una mayor profundidad de polimerización. Estos aspectos subrayan la necesidad de considerar y estandarizar los parámetros de fotocurado para lograr obtener hallazgos consistentes de resistencia compresiva en los composites evaluados³⁰.

Finalmente, los hallazgos de este estudio respaldan la selección de la resina Tetric N° Ceram-Bulk Fill como una alternativa viable para restauraciones dentales en el área posterior, ya que demuestra una resistencia compresiva idónea para soportar las fuerzas de la masticación. Sin embargo, es fundamental destacar que existe una limitada cantidad de respaldo científico con relación al uso de resinas tipo Bulk, por lo tanto, se requiere llevar a cabo más investigaciones, tanto en entornos de laboratorio como en estudios clínicos, para obtener una evaluación más precisa de su eficacia como material y técnica de restauración. Además, esto contribuirá a fortalecer la base científica y mejorar la comprensión de sus propiedades y beneficios clínicos.

VI. CONCLUSIONES

1. No hubo diferencia estadísticamente significativa en la compresión de la resina 3M Filtek Z350 XT y Tetric N Ceram Bulk Fill.
2. La resistencia compresiva para las resinas 3M Filtek Bulk Fill y Tetric N Ceram Bulk Fill fue de 150.44 MPa y 200.56 MPa, respectivamente.
3. La resistencia compresiva encontrada para las resinas convencionales 3M Filtek Z350 XT fue de 203.37 MPa y Tetric N Ceram fue de 195.81 MPa, respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio comparativo sobre nivel de polimerización entre resinas bulk fill y resinas convencionales, utilizando diferentes tipos de luz led.
2. Ejecutar un estudio con mayor número de muestras de las resinas Tetric N ceram Bulk Fill y la resina 3M Filtek Z350 XT, con la finalidad de encontrar una diferencia marcada en los resultados.
3. Para futuros estudios, considerar otras propiedades de la resina como la resistencia flexural, tensión a la tracción, entre otras, utilizando distintas marcas comerciales, estimando incluso a aquellas que son consideradas económicas.

REFERENCIAS

- 1) Del Valle A, Christiani J, Álvarez N, Zamudio M. Revisión de resinas Bulk Fill: estado actual. Raao [Internet] 2018 [Consultado 05 de octubre de 2022]; 58(1). Disponible en: <https://www.ateneo-odontologia.org.ar/articulos/lviii01/articulo6.pdf>
- 2) Tamariz P, Benavides J, Casa J. Comparación de las propiedades mecánicas y físicas de las resinas Bulk Bill versus resinas convencionales. Revista Científica UOD [Internet] 2021 [Consultado 15 de octubre de 2022]; 9(2). Disponible en: <https://revistacientificauod.files.wordpress.com/2021/07/revision-1-tamariz-benavides-casa.pdf>
- 3) Vaca G, Mena P, Armijos M. La resina Bulk Fill como material innovador. Revisión bibliográfica. Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores. [Internet] 2021 [Consultado 15 de octubre de 2022]; 8(64). Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/dilemas/v8nspe3/2007-7890-dilemas-8-spe3-00064.pdf>
- 4) Pratap B, Gupta R, Bhardwaj B, Nag M. Resin based restorative dental materials: characteristics and future perspectives. Jpn Dent Sci Rev [Internet]. 2019 [Consultado 15 de octubre de 2022]; 55(1):126–38. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdsr.2019.09.004>
- 5) Franca C, Balbinot G, Cunha D, Saboia V, Ferracane J, Bertassoni L. In-vitro models of biocompatibility testing for restorative dental materials: From 2D cultures to organs on-a-chip. Acta Biomater [Internet] 2022 [Consultado 15 de octubre de 2022] 150:58–66. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actbio.2022.07.060>
- 6) Piola F, Alves J, Húngaro M, Lia R, Mendonça G, Kiyoshi S. Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. Dental Materials Journal [Internet] 2019 [Consultado 15 de octubre de 2022]; 38(3): 403–10. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/38/3/38_2018-063/pdf/-char/en
- 7) Domarecka M, Szczesio-Wlodarczyk A, Krasowski M, Fronczek M, Gozdek T, Sokolowski J, Bociog K. A Comparative Study of the Mechanical Properties of Selected Dental Composites with a Dual-Curing System with

- Light-Curing Composites. Coatings [Internet] 2021 [Consultado 15 de octubre de 2022]; 11(10): 1255. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-6412/11/10/1255>
- 8) Ferrari B, Asueta M, Fusaro L, Kaplan A. Mechanical and bonding properties of different combinations of nanohybrid and bulk-fill composites. Acta Odontol Latinoam [Internet] 2021 [Consultado 15 de octubre de 2022]; 34(3): 221-5. Disponible en: <https://doi.org/10.54589/aol.34/3/221>
 - 9) Acurio P, Falcón G, Casas L, Montoya P. Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. Odontología Vital [Internet] 2017 Consultado [Consultado 15 de octubre de 2022]; 27:69-77. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/odov/n27/1659-0775-odov-27-69.pdf>
 - 10) Birant S, Ozcan H, Koruyucu M, Seymen F. Assesment of the compressive strength of the current restorative materials. Pediatric Dental Journal [Internet] 2021 [Consultado 15 de octubre de 2022]; 31(1): 80-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.pdj.2020.12.007>
 - 11) Peñafiel M, Quisiguiña S, Alban C, Robalino H. Comparación de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas híbrida, nanohíbrida y bulk fill. Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento [Internet] 2019 [Consultado 15 de octubre de 2022]; 3(3): 585-95. Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/539>
 - 12) Cilingir A, Özsoy A, Mert-eren M, Behram Ö, Dikmen B, Özcan M. Mechanical properties of bulk-fill versus nanohybrid composites: effect of layer thickness and application protocols. Braz Dent Sci [Internet] 2019 [Consultado 16 de octubre de 2022]; 22(32). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14295/bds.2019.v22i2.1719>
 - 13) Warangkulkasemkit S, Pumpaluk P. Comparison of physical properties of three commercial composite core buildup materials. Dental Materials Journal [Internet] 2018 [Consultado 16 de octubre de 2022]; 38(2):177-81. Disponible en: <https://doi.org/10.4012/dmj.2018-038>
 - 14) Alkhudhairy FI. The effect of curing intensity on mechanical properties of different bulk-fill composite resins. Clin Cosmet Investig Dent [Internet]. 2017

- [citado el 30 de mayo de 2023]; 9:1–6. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S130085>
- 15) Mohammed M, Mohammed I, Mansour K, Mohammed S. An in-vitro Evaluation of Mechanical Properties and Surface Roughness of Bulk Fill vs Incremental Fill Resin Composites. International Journal of Preventive and Clinical Dental Research [Internet] 2017 [Consultado 16 de octubre de 2022]; 4(1):37-42. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5005/jp-journals-10052-0078>
 - 16) Sadananda V, Bhat G, Hegde M. Comparative evaluation of flexural and compressive strengths of Bulk-Fill composites. International Journal of Advanced Scientific and Technical Research [Internet] 2017 [Consultado 16 de octubre de 2022]; 7(1). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/314086866_COMPARATIVE_EVALUATION_OF_FLEXURAL_AND_COMPRESSIVE_STRENGTHS_OF_BULK-FILL_COMPOSITES
 - 17) Acurio-Benavente P, Falcón-Cabrera G, Casas-Apayco L, Montoya Caferatta P. Comparative evaluation of compressive strength of conventional resins vs Bulk fill composites. Odontología Vital [Internet]. 2017 [Consultado 16 de octubre de 2022]; 27: 69-77. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-07752017000200069&lng=en
 - 18) Henostrosa G. Adhesión en odontología restauradora. Curitiba: Editora Maio; 2003.
 - 19) Mederos M, De-León-Cáceres M, Tessore R, García A, Cuevas-Suárez C, Grazioli. Propiedades flexurales y estabilidad de color de materiales restauradores estéticos indirectos. Rev cubana Estomatol [Internet]. 2022 [Consultado 16 de octubre de 2022]; 59 (1) Disponible en: <http://www.revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/3664>
 - 20) Tejada K, Villalobos C, Coronel F. Resistencia a la compresión de las resinas dentales de nanopartículas y suprananopartículas. Rev. Salud & Vida Sipanense [Internet]. 2020 [Consultado 02 de noviembre de 2022]; 7(2):66-75. Disponible en: <https://doi.org/10.26495/svs.v7i2.1463>
 - 21) Ástvaldsdóttir Á, Dagerhamn J, Van Dijken JW, Naimi-Akbar A, Sandborgh-Englund G, Tranæus S, Nilsson M. Longevity of posterior resin composite

- restorations in adults – A systematic review. J Dent [Internet]. 2015 [Consultado 02 de noviembre de 2022]; 43(8):934-54. Disponible en: DOI: [10.1016/j.jdent.2015.05.001](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.05.001)
- 22) Orłowski M, Tarczydło B, Chałas R. Evaluation of marginal integrity of four bulk-fill dental composite materials: in vitro study. Scientific World Journal [Internet]. 2015 [Consultado 02 de noviembre de 2022]; 2015(1): 1-8. Disponible en: DOI: [10.1155/2015/701262](https://doi.org/10.1155/2015/701262)
- 23) Del Valle A, Christiani J, Álvarez N, Zamudio M. Revisión de resinas Bulk Fill: estado actual. RAAO [Internet]. 2018 [Consultado 02 de noviembre de 2022]; 58(1): 55-60. Disponible en: https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1600/RIUNNE_AR_DelValleRodriguez_AM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 24) Molina G, Palma S. Nanotecnología en Odontología: Aspectos generales y posibles aplicaciones. Revista Methodo: Investigación Aplicada a las Ciencias Biológicas [Internet] 2018 [Consultado 02 de noviembre de 2022]; 3(3):59-66. Disponible en: [http://methodo.ucc.edu.ar/files/vol3/num3/03-Nanotecnolog%C3%ADa%20en%20Odontolog%C3%ADa%20\(1\).pdf](http://methodo.ucc.edu.ar/files/vol3/num3/03-Nanotecnolog%C3%ADa%20en%20Odontolog%C3%ADa%20(1).pdf)
- 25) Gallardo P, Corral-Nuñez C, Osorio S, Estay J. Radiopacity of Resin Cements Evaluated with Digital Radiographic Technique. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil Oral [Internet] 2019. [Consultado 02 de noviembre de 2022]; 12(2): 77-80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-01072019000200077>
- 26) Hionjosa L. Susceptibilidad a la pigmentación superficial de las resinas compuestas FILTEK™Z350 XT (3m) y VITTRA APS (FGM) con y sin aplicación de glicerina laboratorios UCSM, Arequipa 2019 [Tesis de Pre Grado] Arequipa: Facultad de Odontología, Universidad Católica de Santa María, 2019 [Consultado 06 de noviembre de 2022] 81p. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/9392/64.2918.O.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 27) Barutçigil C, Barutçigil K, Özarslan M.M, Dündar A, Yılmaz B. Color of bulk-fill composite resin restorative materials. J Esthet Restor Dent [Internet]. 2018 [Consultado 06 de noviembre de 2022]; 30 (2): 3-8. Disponible en: DOI: [10.1111/jerd.12340](https://doi.org/10.1111/jerd.12340)

- 28) Benetti A, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen M, Pallesen U. Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent* [Internet]. 2015. [Consultado 06 de noviembre de 2022]; 40(2):190-200. Disponible en: DOI: [10.2341/13-324-L](https://doi.org/10.2341/13-324-L)
- 29) Brito O, De Oliveira I, Monteiro G. Hydrolytic and Biological Degradation of Bulk-fill and Self-adhering Resin Composites. *Oper Dent* [Internet] 2019. [Consultado 06 de noviembre de 2022]; 44 (5): 223-33. Disponible: DOI: [10.2341/17-390-L](https://doi.org/10.2341/17-390-L)
- 30) Barros Y, Bandéca M, Millán A, Siqueira F, Kuga M, Fernandez E, Chaple A, Borges A, Tonetto M. Comparing bond strength and marginal integrity with direct bulk-fill resin composites and indirect composites. *Rev Cubana Estomatol* [Internet] 2019. [Consultado 06 de noviembre de 2022]; 56(2): 1-13. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/3786/378661089003/html/>
- 31) Hernández D, Bonilla S. Temperature increase on the tooth surface during photo-polymerization. *Odontología Vital* [Internet] 2016. [Consultado 06 de noviembre de 2022]; 25: 17-22. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-07752016000200017&lng=en
- 32) Da Silva T, Americano G., Medina D, Athayde G, Dos Santos A, Cople L. Adhesiveness of bulk-fill composite resin in permanent molars submitted to *Streptococcus mutans* biofilm. *Brazilian Oral Research* [Internet] 2019. [Consultado 06 de noviembre de 2022]; 33: 1-10. Disponible en: DOI: [10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0111](https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0111)
- 33) Melo R, De Souza A, Barbosa G, Galvão M, De Assunção I, De Assunção R. Morphochemical characterization, microhardness, water sorption, and solubility of regular viscosity bulk fill and traditional composite resins. *Microscopy Research & Technique* [Internet] 2019. [Consultado 06 de noviembre de 2022]; 82(9): 1500-6. Disponible en: DOI: [10.1002/jemt.23315](https://doi.org/10.1002/jemt.23315)
- 34) Nascimento A, Lima D, Fook M, Albuquerque M, Lima E, Sabino M. Physicomechanical characterization and biological evaluation of bulk-fill composite resin. *Braz Oral Res* [Internet] 2018. [Consultado 06 de noviembre

- de 2022]; 32(1):1-14. Disponible en: DOI: [10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0107](https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0107)
- 35) 3M ESPE editors. Filtek™ Bulk Fill Resina para Posteriores - Perfil técnico del producto [INTERNET]. 2015. [Consultado 20 de noviembre de 2022] Disponible en <https://multimedia.3m.com/mws/media/976634O/filtek-bulk-fill-posterior-restorative-technical-product-profile.pdf>
- 36) Escudero C, Cortez L, Cajas M. Introducción a la investigación científica. En: Escudero C, Cortez L. Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica. [Internet] 1era ed. Machala: Editorial UTMACH 2018 [Consultado 06 de noviembre de 2022] Capítulo 1: Introducción a la investigación científica. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14207/1/Cap.1-Introducci%C3%B3n%20a%20la%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica.pdf>
- 37) Sánchez H, Romero C, Mejía K. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. 1era ed. Lima: Universidad Ricardo Palma [Internet] 2018 [Consultado 06 de noviembre de 2022] Disponible en: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
- 38) Vetter T. Fundamentals of Research Data and Variables: The Devil Is in the Details. Anesth Analg [Internet]. 2017 [Consultado 13 de noviembre de 2022]; 125(4): 1375-80. Disponible en: <https://doi.org/10.1213/ane.0000000000002370>
- 39) Herbas B, Rocha E. Metodología científica para la realización de investigaciones de mercado e investigaciones sociales cuantitativas. Perspectivas [Internet] 2018 [Consultado 13 de noviembre de 2022]; 42: 123-60. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/rp/n42/n42_a06.pdf
- 40) Gavilanez J. Resistencia a la Compresión de la Resina Bulk en Comparación con las Resinas Compuestas, Revisión de la Literatura. Pol. Con [Internet]. 2022 [Consultado 13 de octubre de 2022] 7(4). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8482991.pdf>
- 41) ISO 3597-3:2003 [Internet]. ISO. 2019 [citado el 29 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/31286.html>

- 42)UCV [Internet]. Protocolo de Seguridad en Laboratorios - Laboratorio médico y afines de la Universidad César Vallejo S.A.C; 2021 [citado el 29 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.ucv.edu.pe/wp-content/uploads/2020/01/28.MV1-PROTOCOLO-DE-SEGURIDAD-EN-LABORATORIO-MEDICO-Y-AFINES-DE-LA-UNIVERSIDAD-CESAR-VALLEJO-S.A.C.-2021-V3.pdf>
- 43)UCV [Internet] Código de ética en investigación de la Universidad César Vallejo [citado el 29 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.ucv.edu.pe/wp-content/uploads/2020/09/C%C3%93DIGO-DE-%C3%89TICA-1.pdf>
- 44)Yap AUJ, Pandya M, Toh WS. Depth of cure of contemporary bulk-fill resin-based composites. Dent Mater J [Internet]. 2016 [citado el 30 de mayo de 2023]; 35(3):503–10. Disponible en: <https://doi.org/10.4012/dmj.2015-402>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	TIPO DE VARIABLE	FUNCIÓN DE VARIABLE	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Resistencia a la compresión	Resistencia máxima de un material antes de fracturarse. ²⁰	Facultad que posee el material de tolerar una determinada fuerza hasta antes de su ruptura, siendo medida en una máquina de ensayo universal.	_____	Cuantitativa	Independiente	Mpa (Megapascal)	De razón
Resinas compuestas	Resinas fotopolimerizables aplicadas con incrementos de 2, hasta 4 mm según el tipo de material. ⁴⁰	Se tomarán 2 resinas bulk fill y 2 resinas nanohíbridas más comerciales en Perú, elaborando 40 muestras cilíndricas de 4mm de diámetro y 10mm de altura.	Tipo de material	Cualitativa	Dependiente	Resinas convencionales Resinas Bulk Fill	Nominal

ANEXO 2**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

GRUPO 1: FILTEK Z350 XT					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo compresión (Mpa)
1					
2					
3					

GRUPO 2: VIVADENT TETRIC N CERAM					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo compresión (Mpa)
1					
2					
3					

GRUPO 3: 3M FILTEK BULK FILL					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo compresión (Mpa)
1					
2					
3					

GRUPO 4: TETRIC N CERAM BULK FILL					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo compresión (Mpa)
1					
2					
3					

Informe de High Technology Laboratory Certificate (HTL).

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0185-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	05-05-2023
ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN RESINAS COMPUESTAS ODONTOLÓGICOS				
1. DATOS DE LOS TESISISTAS				
Nombre de tesis	: "Comparación de la resistencia a la compresión entre resinas Bulk Fill y resinas convencionales"			
Nombres y Apellidos	: Salazar Estrada, Viviana / Zavala Yarlequé, Leidy Sofia			
Dni	: 76196182 / 75815748			
Dirección	: Urb. Sol de Piura Mz B11 lote 5 (Los portales) 26 de Octubre - PIURA			
2. EQUIPOS UTILIZADOS				
Instrumento	Marca	Aproximación	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.	
Maquina de Ensayos Mecánicos	LG CMT- 5L	0.001N		
Vernier Digital	Mitutoyo - 200 mm	0.01mm		
3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA				
Muestras de resinas odontológicas	Cantidad	: Cuarenta (40) 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 descritos
	Material	:		
	Grupo 1	: 3M FILTEK Z350		
	Grupo 2	: TETRIC CERAM BULK FILL		
	Grupo 3	: TETRIC N CERAM		
Grupo 4	: 3M FILTEK BULK FILL			
4. RECEPCION DE MUESTRAS				
Fecha de Recepción de muestras	05 de Mayo del 2023			El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.
Fecha de Ensayo	05 de Mayo del 2023			
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentás 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho-Lima			
5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO				
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:				
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CAPITULO/NUMERAL		
ISO 3597-3:2003	Textile-glass-reinforced plastics — Determination of mechanical properties on rods made of roving-reinforced resin — Part 3: Determination of compressive strength	---		
6. CONDICIONES DE ENSAYO				
	Inicial	Final		
Temperatura	21.1 °C	21.2 °C		
Humedad Relativa	60.0 %HR	59.0 %HR		

7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN

3M FILTEK Z350

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.01	10.00	12.63	2327.81	184.32
2	4.00	10.00	12.57	2632.58	209.49
3	4.00	10.00	12.57	2414.75	192.16
4	4.00	10.00	12.57	2728.49	217.13
5	4.02	10.02	12.69	3052.87	240.53
6	4.01	10.01	12.63	2453.21	194.25
7	4.00	10.00	12.57	2572.21	204.69
8	4.01	10.02	12.63	2482.80	196.59
9	4.02	10.01	12.69	2568.09	202.33
10	4.00	10.01	12.57	2415.11	192.19

TETRIC CERAM BULK FILL

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión radial (Mpa)
1	4.01	10.01	12.63	2470.51	195.62
2	4.01	9.99	12.63	2399.07	189.96
3	4.00	10.01	12.57	2238.37	178.12
4	4.00	10.00	12.57	2453.17	195.22
5	4.00	10.02	12.57	2467.04	196.32
6	4.02	10.01	12.69	2713.22	213.77
7	3.99	10.02	12.50	3115.91	249.20
8	3.99	10.01	12.50	2257.96	180.58
9	4.01	10.01	12.63	2429.12	192.34
10	4.00	10.00	12.57	2695.28	214.48

TETRIC N CERAM

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión radial (Mpa)
1	3.99	10.01	12.50	2009.41	160.71
2	4.00	9.98	12.57	2384.64	189.76
3	4.00	9.99	12.57	2620.80	208.56
4	4.01	10.00	12.63	2146.99	170.00
5	4.00	10.00	12.57	2344.16	186.54
6	4.01	10.00	12.63	2751.59	217.87
7	4.02	10.00	12.69	2190.38	172.58
8	4.01	10.00	12.63	2178.93	172.53
9	4.01	10.02	12.63	3134.70	248.21
10	4.00	10.01	12.57	2907.29	231.35

3M FILTEK BULK FILL

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión radial (Mpa)
1	4.01	10.01	12.63	1724.84	136.57
2	3.99	10.01	12.50	1812.69	144.97
3	3.99	10.00	12.50	2136.61	170.88
4	4.01	10.01	12.63	2103.33	166.54
5	4.01	10.01	12.63	2008.75	159.05
6	4.00	10.00	12.57	2130.92	169.57
7	4.00	10.00	12.57	2035.15	161.95
8	4.00	10.00	12.57	1638.12	130.36
9	4.01	10.01	12.63	1618.53	128.16
10	4.01	10.00	12.63	1722.37	136.38

ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN

CIP: 193364

INGENIERO MECANICO

Jefe de Laboratorio



HTL

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.

ANEXO 3

CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA

Muestra:

Para determinar el tamaño de muestra se utilizará la siguiente formula:

$$n = \frac{w - w^2 \cdot Z\beta + 1,4 \cdot Za^2}{w^2}$$
$$n = \frac{0.80 - (0.80)^2 \times 0.842 + 1.4 \times (1.96)^2}{(0.80)^2}$$
$$n = \frac{0.80 - 0.64 \times 0.842 + 1.4 \times 3.8416}{0.64}$$
$$n = \frac{0.80 - 0.53888 + 5.37824}{0.64}$$
$$n = 9$$

n = Número mínimo de repeticiones presentes en el estudio

Z β = Valor designado al valor estadístico

Z α = Valor designado al nivel de confianza

w = Diferencia minima observable

Reemplazando los valores tenemos: Z α = 1.96; Z β = 0.842; W = 0.80 (80%)

Obteniéndose como mínimo número de replicados el valor 9; sin embargo , se usarán 10 replicaciones, en caso de que exista pérdida durante el procedimiento.

ANEXO 4

CARTA DE PRESENTACIÓN



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Piura, 10 de octubre de 2022

CARTA DE PRESENTACIÓN N° 178-2022/UCV-EDE-P13-F01/PIURA

Ing.
Robert Eusebio Teheran
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
Presente. -

De mi especial consideración

Es grato dirigirme a usted para expresar mi cordial saludo, y a la vez, presentarle a las alumnas **Salazar Estrada Viviana** identificada con DNI 76196782 y **Zavala Yarlequé Sofía** identificada con DNI 75815748, quienes cursan el IX ciclo en la escuela de Estomatología de la Universidad César Vallejo – Filial Piura, y están realizando su trabajo de investigación titulada **"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ENTRE RESINAS BULK FILL Y RESINAS CONVENCIONALES"**.

Por lo tanto, solicito a usted su autorización para realizar la prueba piloto del trabajo de investigación en la institución que dirige, la cual consiste en el uso de equipo máquina de ensayo universal; asimismo, remitir dicha autorización al correo de escuela ebecerra@ucv.edu.pe y crodriguez@ucv.edu.pe.

Sin otro particular, me despido de Ud. agradeciendo su valioso apoyo.

Atentamente,



Mg. Eric Giancarlo Becerra Atoche
Director Escuela de Estomatología

c.c.

ANEXO 5

CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN



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

CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

N°015-2022

EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. DEJA CONSTANCIA:

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo a nombre del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C; así mismo comunicarle la aceptación para el desarrollo del proyecto de tesis denominado "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ENTRE RESINAS BULK FILL Y RESINAS CONVENCIONALES"; realizando ensayos de compresión axial en resinas odontológicas, que se encuentran realizando las tesis Viviana Salazar Estrada con DNI: 76196782; Sofia Zavala Yarleque con DNI 75815748; Escuela de Estomatología de la universidad César Vallejo

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 17 de Octubre de 2022

ING. ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN	
Jefe de Laboratorio	
Laboratorio HTL Certificate	

ANEXO 6

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF - 2022 - 018

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2022-08-16
Fecha de expiración: 2023-08-16
Expediente: LMC-2022-0898

1. SOLICITANTE : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
Dirección : Nro. 1319 Int. 116 Urb. Los Jardines de San Juan, Etapa II, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MAQUINA DIGITAL DE ENSAYOS UNIVERSALES

Marca : LG
Modelo : CMT-5L
Serie : 7419
Identificación : No Indica
Rango de indicación : 5000,00 N
División mínima : 0,01 N
Tipo de Ensayo : Tracción
Tipo de indicación : Digital
Procedencia : Korea
Ubicación : No Indica
Fecha de Calibración : 2022-08-15

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario esta en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

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 uniaxiales parte 1. Máquinas de ensayo tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.

LABORATORIOS MECALAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:
LABORATORIOS MECALAB S.A.C.
Av. Lurigancho Nro. 1063, San Juan de Lurigancho - Lima.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. CONDICIONES AMBIENTALES:

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

6. PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón	Identificación	Certificado de Calibración
DM-INACAL	Termohigrómetro	PT-TH-02	LH-088-2021 Cal: Septiembre
INMELAB	Juego de pesas 1 g a 2 kg / M2	PM-JM2-02	LMM-2022-018 Cal: Febrero 2022
INMELAB	Juego de pesas 5 kg, 10 kg, 20 kg / M2	PM-JM2-01	LMM-2022-024 Cal: Marzo 2022



Gerente de Metrología



Firmado digitalmente por Jorge Padilla Dueñas
Fecha: 2022.08.16
10:05:52 -05'00'

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

7. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:
MEDICIÓN DE TRACCIÓN

Indicación del Patrón (N)	Indicación del Equipo (N)	Corrección (N)	Incertidumbre (N)
500,00	501,15	-1,15	2,66
1 000,00	1002,35	-2,35	3,91
1 500,00	1501,94	-1,94	6,46
2 000,00	2003,05	-3,05	9,01
2 500,00	2504,22	-4,22	14,02
3 000,00	3005,86	-5,86	18,94
3 500,00	3507,46	-7,46	17,19
4 000,00	4009,69	-9,69	15,64
4 500,00	4515,35	-15,35	18,96
5 000,00	5020,01	-20,01	21,59

Indicación del Equipo (N)	Errores Relativos				Incertidumbre Expandida U (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	
501,15	-0,23	0,28	----	----	0,53
1 002,35	-0,23	0,25	----	----	0,39
1 501,94	-0,13	0,34	----	----	0,43
2 003,05	-0,15	0,33	----	----	0,45
2 504,22	-0,17	0,40	----	----	0,56
3 005,86	-0,19	0,32	----	----	0,63
3 507,46	-0,21	0,32	----	----	0,49
4 009,69	-0,24	0,34	----	----	0,39
4 515,35	-0,34	0,23	----	----	0,42
5 020,01	-0,40	0,29	----	----	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-

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


8. 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 esta 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".

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 de la misma.

FIN DEL DOCUMENTO

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

ANEXO 7

CONSTANCIA DE EJECUCIÓN



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

CONSTANCIA DE EJECUCIÓN

N°020-2022

EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. DEJA CONSTANCIA:

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo a nombre del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C; así mismo comunicarle la ejecución del proyecto de tesis "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ENTRE RESINAS BULK FILL Y RESINAS CONVENCIONALES " donde se realizó los ensayos de compresión axial en resinas odontológicas , que se encuentra realizando las tesis Viviana Salazar con DNI: 76196182; Leidy Sofia Zavala Yartequé con DNI:75815748; de la Escuela profesional de Estomatología de la universidad César Vallejo .

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 03 de Noviembre del 2022

ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN	
Jefe de Ensayo Mecánicos Laboratorio HTL Certificate	

ANEXO 8

CONSTANCIA DE CAPACITACIÓN



CONSTANCIA DE CAPACITACIÓN

Yo, Julieta Emperatriz Donayre Escriba con DNI N.º 22093196 Especialista en Cariología y Endodoncia N.º 1455 ANR/COP 12640, de profesión cirujano dentista desempeñándome actualmente como docente en la Universidad Cesar Vallejo.

Por medio de la presente hago constar que he capacitado a las estudiantes Salazar Estrada Viviana con DNI: 76196182 y Zavala Yarlequé Leidy Sofia con DNI: 75815748, con la finalidad de validar el procedimiento de recolección de datos en el Desarrollo del Proyecto de Investigación titulado: Comparación de la resistencia a la compresión in vitro entre resinas Bulk Fill y resinas convencionales, lo cual se llevó a cabo utilizando la matriz de nylon y las resinas seleccionadas para realizar la investigación.

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 5 días del mes de mayo de dos mil veintitrés.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Escriba', is positioned above the typed name and contact information.

Mgtr. : Julieta Emperatriz Donayre Escriba
DNI : 22093196
Especialidad : Cariología y Endodoncia
E-mail : jedonayree@ucvvirtual.edu.pe

ANEXO 9

FOTOS



Figura 1: Capacitación sobre la técnica incremental con la doctora especialista en carielogía y endodoncia.



Figura 2: Mesa de trabajo con materiales utilizados para prueba piloto.



Figura 3: Molde con estructura de Nylon para la confección de las muestras.



Figura 4: Calibración de lámpara Woodpecker modelo Led F.



Figura 5: Resina 3M Filtek Bulk Fill.

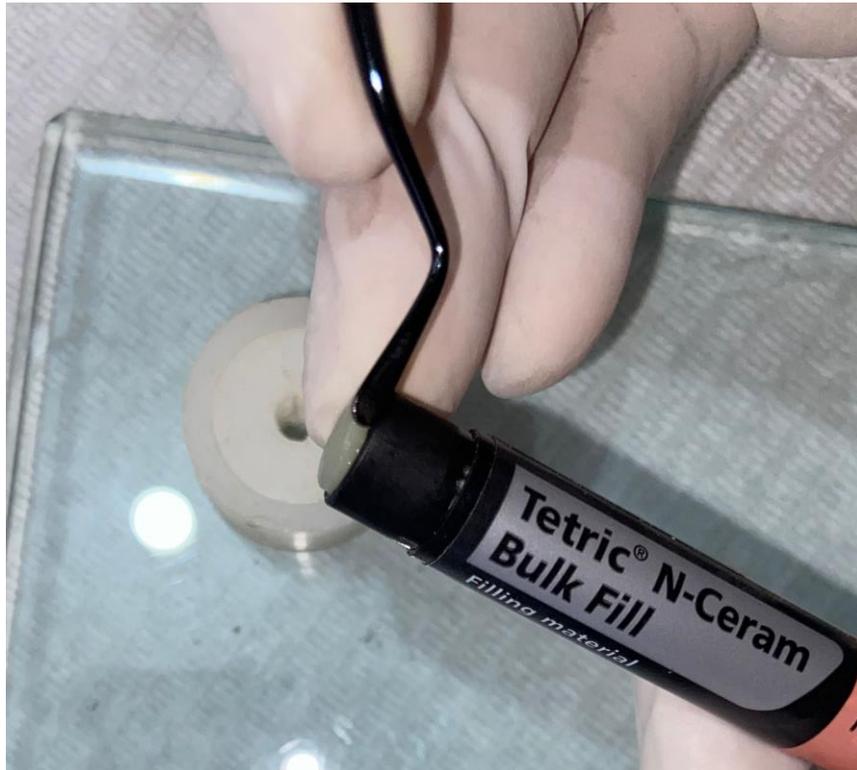
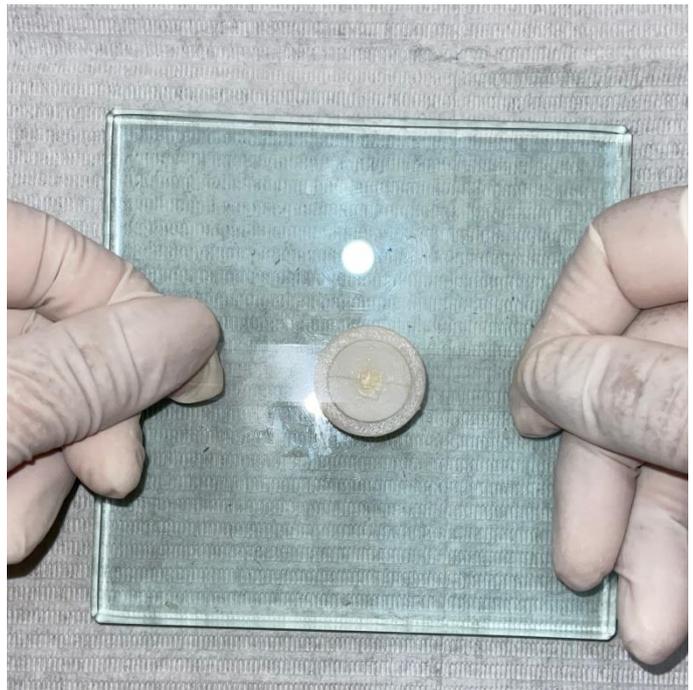
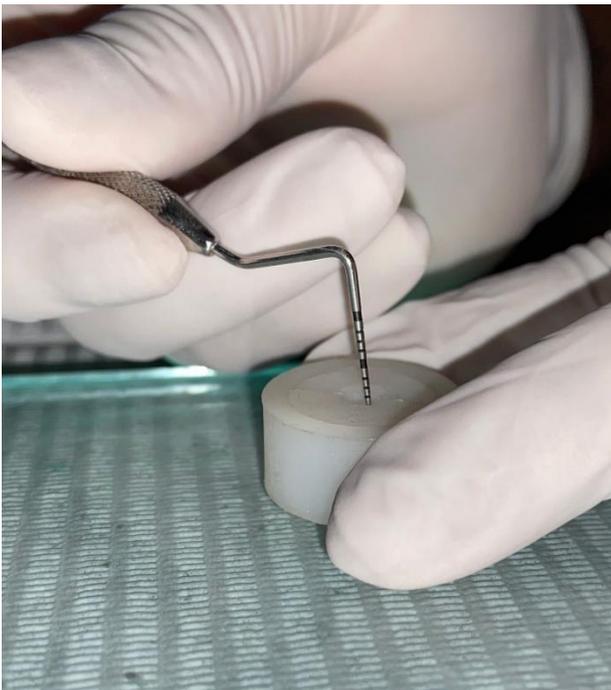


Figura 6: Resina Tetric N-Ceram Bulk Fill.



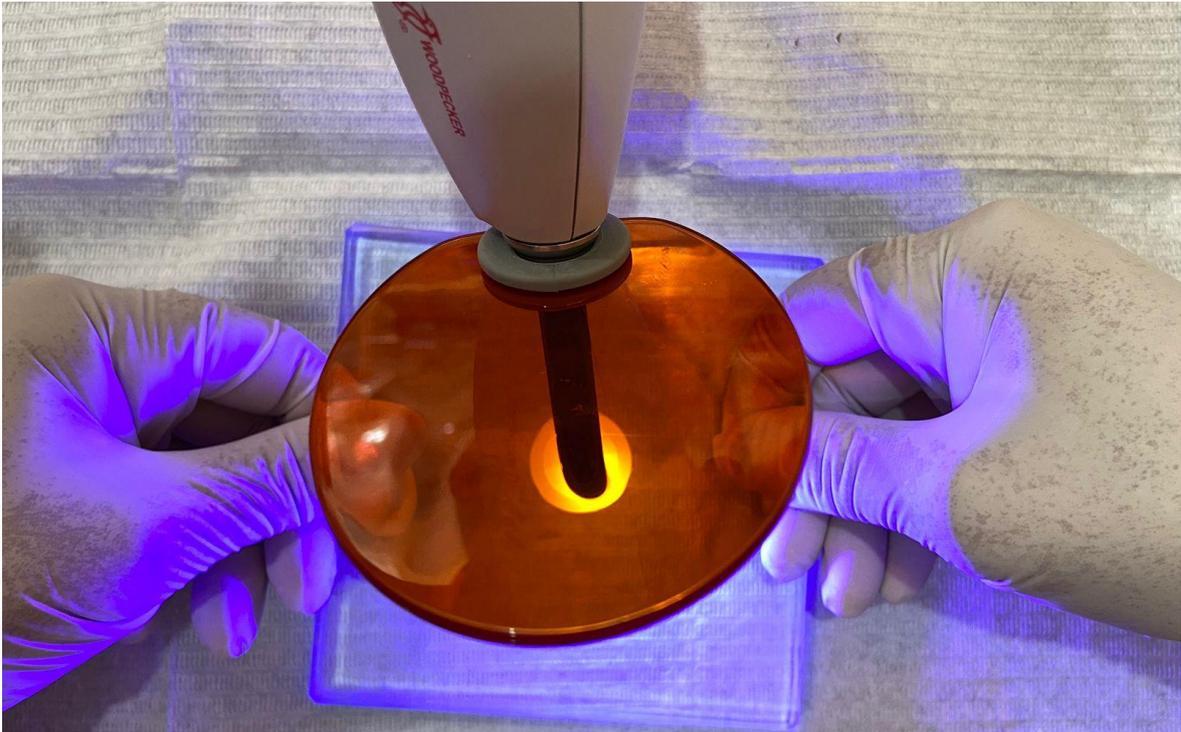


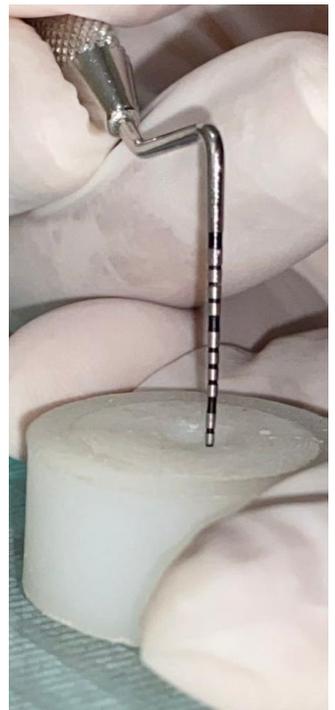
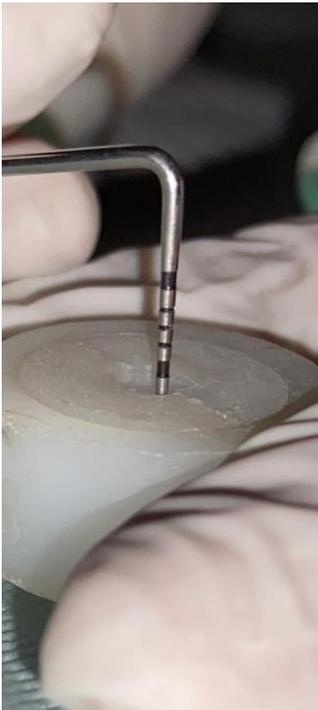
Figura 7: Incrementos de resina de 5mm, fotocurado con ayuda de cinta celuloide.



Figura 8: Resina Filtek Z350 XT.



Figura 9: Resina Vivadent Tetric N-Ceram.



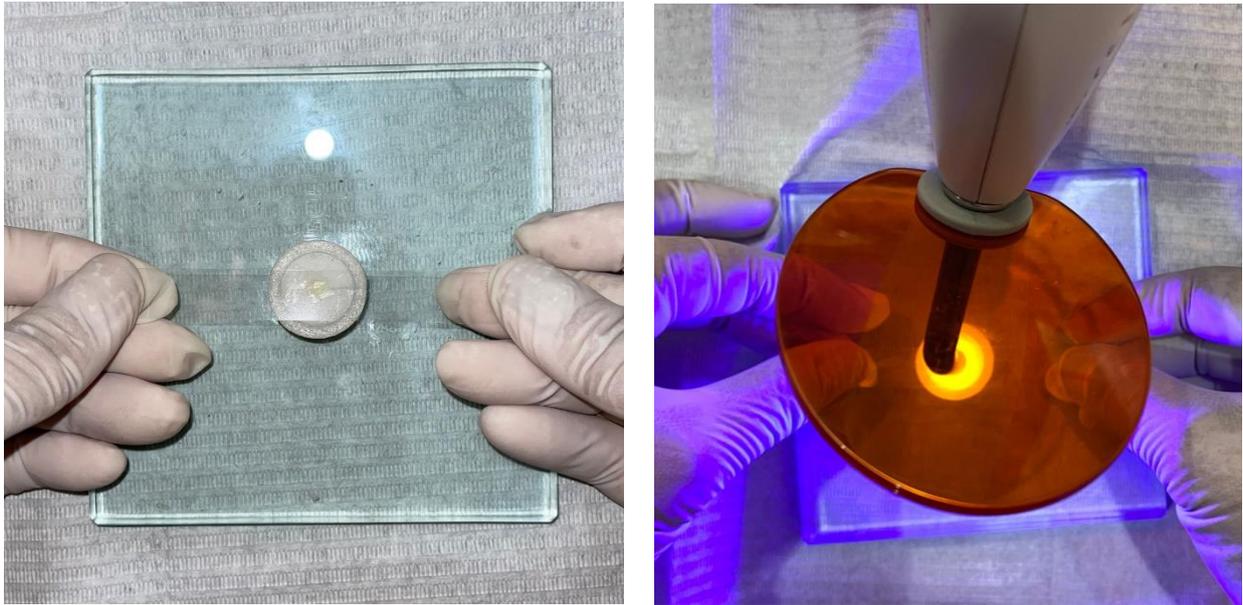


Figura 10: Incrementos de 2mm de resina y fotocurado con ayuda de cinta celuloide

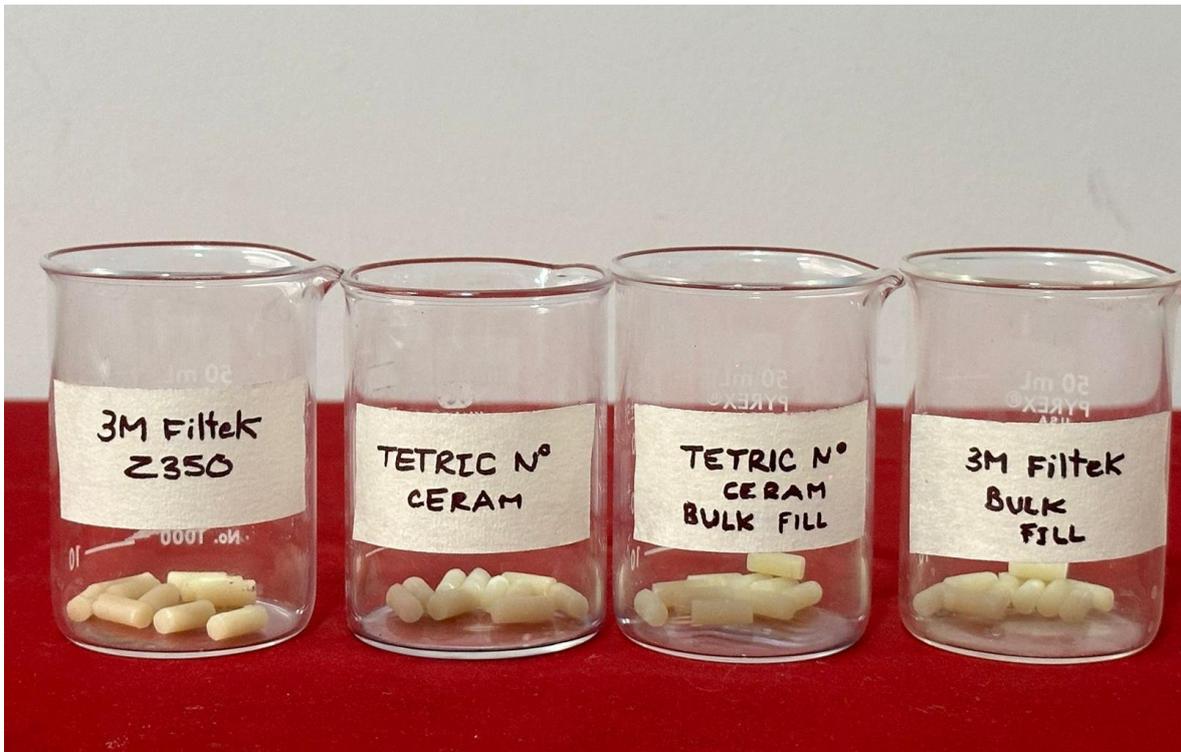


Figura 11: Conformación de grupos de estudios.



Figura 12: Medición de diámetro y altura de resina 3M Filtek Bulk Fill con calibrador Vernier.



Figura 13: Medición de diámetro y altura de resina Tetric N-Ceram Bulk Fill con calibrador Vernier.

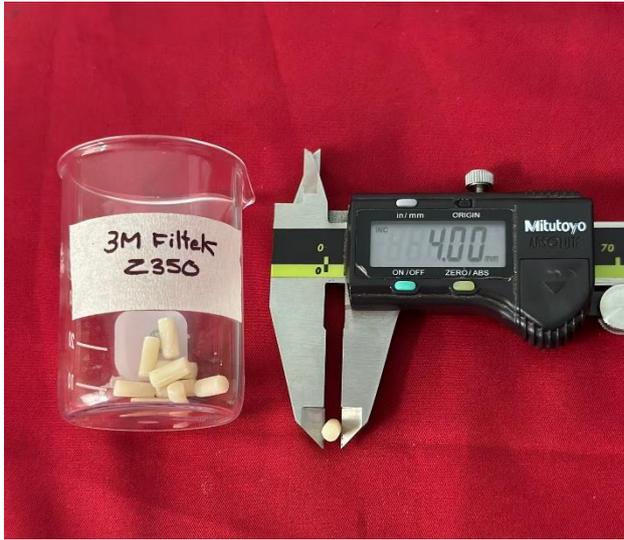


Figura 14: Medición de diámetro y altura de resina 3M Filtek Z350 XT con calibrador Vernier.

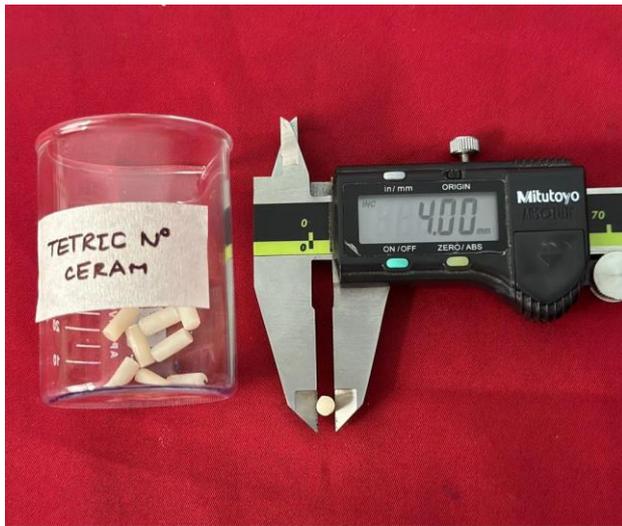


Figura 15: Medición de diámetro y altura de resina Vivadent Tetric N-Ceram con calibrador Vernier.

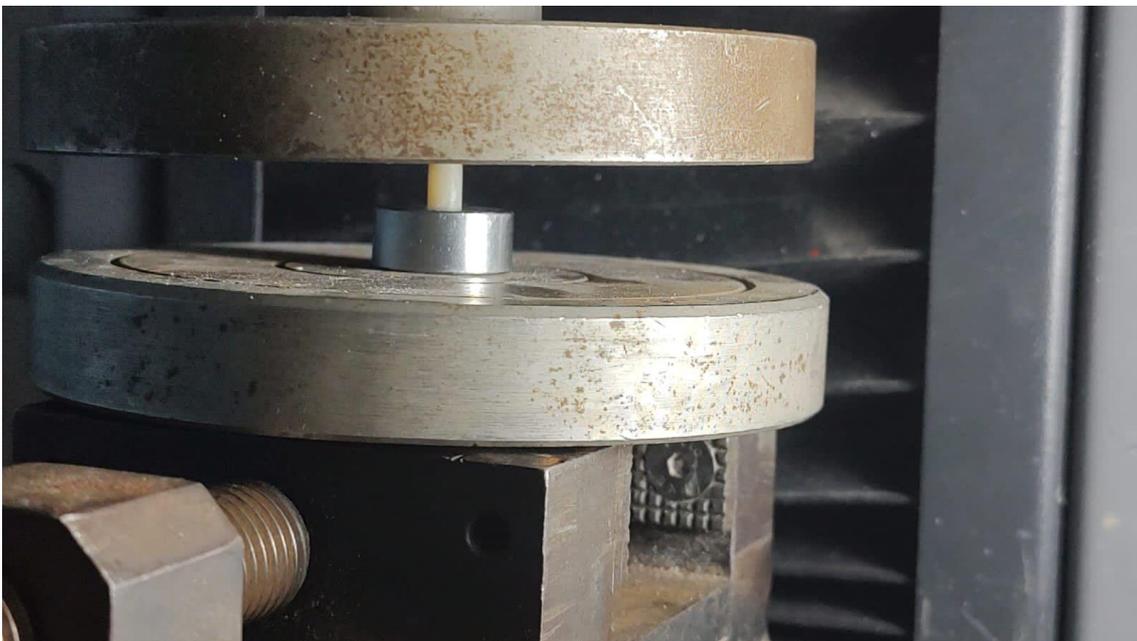


Figura 16: Ensayo de resistencia compresiva en la Máquina Universal CMT – 5L marca LG.

ANEXO 10

PRUEBA ANOVA.

RESINA	Summary of ESFUERZO		
	Mean	Std. dev.	Freq.
3M FILTEK	203.368	16.169873	10
TETRIC CE	200.561	20.783805	10
TETRIC N	195.811	29.364285	10
TETRIC CE	150.443	16.895622	10
Total	187.54575	30.049992	40

Source	Analysis of variance			F	Prob > F
	SS	df	MS		
Between groups	18646.6865	3	6215.56216	13.50	0.0000
Within groups	16570.3917	36	460.288658		
Total	35217.0782	39	903.002004		

Bartlett's equal-variances test: $\chi^2(3) = 4.1211$ Prob> $\chi^2 = 0.249$

Comparison of ESFUERZO by RESINA (Bonferroni)			
Row Mean- Col Mean	3M FILTE	TETRIC C	TETRIC N
TETRIC C	-2.807 1.000		
TETRIC N	-7.557 1.000	-4.75 1.000	
TETRIC C	-52.925 0.000	-50.118 0.000	-45.368 0.000

ANEXO 11

PRUEBA DE NORMALIDAD.

-> RESINA = 3M FILTEK Z350

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
ESFUERZO	10	0.88686	1.744	1.010	0.15629

-> RESINA = TETRIC CERAM BULK FILL

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
ESFUERZO	10	0.85163	2.287	1.549	0.06073

-> RESINA = TETRIC N CERAM

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
ESFUERZO	10	0.92332	1.182	0.291	0.38548

-> RESINA = TETRIC CERAM BULK FILL

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
ESFUERZO	10	0.88019	1.846	1.121	0.13115

Se observa que en todos los tipos de resina un valor-p > 0.05, lo cual se interpreta que los datos en cada grupo presentan distribución normal.

ANEXO 12

COMPARACION DE AREAS DE CADA CUBITO.

RESINA	Summary of AREA		Freq.
	Mean	Std. dev.	
3M FILTEK	12.612	.04939637	10
2..bulk	12.586	.06003701	10
TETRIC N	12.599	.05300946	10
4. BULK F	12.586	.05295709	10
Total	12.59575	.05300642	40

Source	Analysis of variance			F	Prob > F
	SS	df	MS		
Between groups	.004647459	3	.001549153	0.53	0.6636
Within groups	.104930094	36	.002914725		
Total	.109577553	39	.002809681		

Al comparar las 4 áreas de los cubitos para el experimento , se obtuvo un valor de $p=0.6636$, lo cual indica que no existe diferencia estadística

ANEXO 13



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

CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

N°020-2023

EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. DEJA CONSTANCIA:

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo a nombre del Laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C; así mismo comunicarle la aceptación para el desarrollo del proyecto de tesis denominado **“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ENTRE RESINAS BULK FILL Y RESINAS CONVENCIONALES”**; autorizo y lo ejecutó el Ing. Mecánico Robert Nick Eusebio Teheran con N° CIP: 193364 realizando ensayos de compresión que se encuentran realizando:

- Leidy Sofia Zavala Yarlequé DNI 75815748
- Viviana Salazar DNI 76196182

De la Escuela profesional de Estomatología de la universidad César Vallejo

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 15 de Julio del 2023

ING. ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN	
Jefe de Laboratorio	
Laboratorio HTL Certificate	