Universidad Norbert Wiener

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA ACADÉMICO DE ODONTOLOGÍA

Tesis

Resistencia compresiva y flexión entre resina odontológica triplex y de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, Lima 2026

Para optar el Título Profesional de

Cirujano Dentista

Presentado por:

Autor: Montano Herrera, Elder

Código ORCID: https://orcid.org/0009-0009-7779-691X

Asesor: Dr. Minaya Rondón, Omar Eduardo

Código ORCID: https://orcid.org/0009-0004-7735-8585

Lima – Perú

2026

Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

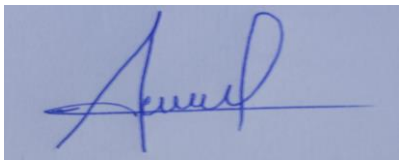
Yo, ELDER MONTANO HERRERA egresado de la Facultad de **Ciencias de la Salud** y Programa Académico Profesional de **Odontología** de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo de investigación

"RESISTENCIA COMPRESIVA Y FLEXION ENTRE RESINA ODONTOLOGICA TRIPLEX Y DE ALTO IMPACTO, SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL IN VITRO, LIMA 2026"

Asesorado por el docente: DR MINAYA RONDON OMAR DNI 25713506 ORCID…**https://orcid.org/**0009-0004-7735-8585 tiene un índice de similitud de **17 (diecisiete) %** con código **_trn: oid:::14912:621369286** verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



…… ……

Firma de autor 1 Firma de autor 2

ELDER MONTANO HERRERA Nombres y apellidos del Egresado

DNI: …41707052…… DNI: ……



……

Firma

MINAYA RONDÓN OMAR

Nombres y apellidos del Asesor

DNI: 25713506

Lima, 28 de setiembre de 2026

Tesis

"Resistencia compresiva y flexión entre resina odontológica Triplex y de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, Lima 2026"

Línea de investigación:

Salud y bienestar

Asesor (a):

Mg. CD. Esp. Minaya Rondón, Omar

Código Orcid: **:** https://orcid.org/0009-0004-7735-8585

DEDICATORIA:

A mi madre, por ser lo más importante en mi vida, y a toda mi familia, que siempre son mi luz y apoyo en los emprendimientos que realizo, por darme la fuerza y aliento en todo momento.

AGRADECIMIENTO:

A mi asesor el Dr. Omar Minaya Rondón, por estar pendiente del desarrollo de mi trabajo, dándome su guía de forma desinteresada y compartiendo su conocimiento para culminar la realización de este trabajo.

Jurados:

Presidente: Dr.

Secretario: Dra.

Vocal: Dr.

ÍNDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice	vi
Índice de Tablas	viii
Índice de Gráficos	ix
Resumen	x
Abstrac	xi
Introducción	xii
CAPÍTULO I. PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1 Problema General	3
1.2.2 Problema específico	3
1.3 Objetivo de la investigación	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Justificación de la investigación	4
1.4.1 Teórica	4
1.4.2 Metodológica	4
1.4.3 Práctica	5
1.5 Limitaciones	6
Capitulo II MARCO TEORICO	8
2.1 Antecedentes	8
2.2 Bases Teóricas	14
2.3 Formulación de Hipótesis	24
2.3.1 Hipótesis General	24
2.3.2 Hipótesis Especificas	24
CAPITULO III: METODOLOGIA	26
3.1 Método de investigación	26
3.2 Enfoque de la investigación	26
3.3 Tipo de Investigación	26
3.4 Diseño de investigación	26
3.5 Población, Muestra y Muestreo	26
3.6 Variables y Operacionalización	29

3.7 Técnica e instrumentación de recolección de datos 30
3.7.1Técnica 30
3.7.2 Descripción de Instrumentos 33
3.7.3 Validación 34
3.7.4 Confiabilidad 34
3.8 Procesamiento y análisis de datos 35
3.9 Aspectos Éticos 35
CAPITULO IV: PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS 36
4.1 Resultados 36
4.2 Contrastación de Hipótesis 41
4.3 Discusión 46
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 51
5.1 Conclusiones 51
5.2 Recomendaciones 52
BIBLIOGRAFIA 54
ANEXOS 60
Anexo 1 Matriz de Consistencia 61
Anexo 2 Ficha de Recolección de Datos 63
Anexo 3 Confiabilidad del Instrumento 64
Anexo 4 Aprobación del Comité de Ética 66
Anexo 5 Carta de Aprobación de la Institución 68
Anexo 6 Programa de Intervención 70
Anexo 7 Informe del Asesor de Turnitin 71
Anexo 8 Base de datos 72
Anexo 9 Fotos del Procedimiento 76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de la resistencia al impacto y flexión entre resina odontológica Triplex y de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, 2025 36

Tabla 2. Resistencia compresiva y la resistencia a la flexión de la resina odontológica Triplex y de alto impacto, antes del envejecimiento artificial 37

Tabla 3. Resistencia compresiva y la resistencia a la flexión de la resina odontológica Triplex y de alto impacto, después de un año de envejecimiento artificial 38

Tabla 4. Variación de la resistencia compresiva en la resina odontológica Triplex y de alto impacto, entre el antes y el después del envejecimiento artificial 39

Tabla 5. Variación de la resistencia a la flexión en la resina odontológica Triplex y de alto impacto, entre el antes y el después del envejecimiento artificial 40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de la resistencia al impacto y flexión entre resina odontológica Triplex y de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, 2025 36

Figura 2. Resistencia compresiva y la resistencia a la flexión de la resina odontológica Triplex y de alto impacto, antes del envejecimiento artificial 37

Figura 3. Resistencia compresiva y la resistencia a la flexión de la resina odontológica Triplex y de alto impacto, después de un año de envejecimiento artificial 38

Figura 4. Variación de la resistencia compresiva en la resina odontológica Triplex y de alto impacto, entre el antes y el después del envejecimiento artificial 39

Figura 5. Variación de la resistencia a la flexión en la resina odontológica Triplex y de alto impacto, entre el antes y el después del envejecimiento artificial 40

RESUMEN

La investigación buscó establecer diferencias en el comportamiento ante cargas de compresión y a la flexión entre la resina odontológica Triplex y la resina de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro. El estudio adoptó un enfoque basado en mediciones numéricas, de método hipotético-deductivo, tipo aplicada, con diseño experimental. La muestra estuvo conformada por 40 especímenes (barras y cilindros) distribuidos en cuatro grupos según tipo de resina y momento de evaluación (antes y después del envejecimiento). La información se obtuvo mediante evaluaciones mecánicas de compresión y flexión utilizando una máquina universal de ensayo, siguiendo normas ISO. El análisis estadístico incluyó estadística descriptiva, prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y pruebas t de Student para comparación de medias. Los resultados evidenciaron que la resina Triplex presentó mayores valores de resistencia compresiva y a la flexión tanto antes como después del envejecimiento artificial en comparación con la resina de alto impacto. Asimismo, se observó una disminución de las propiedades mecánicas tras el envejecimiento en ambos materiales, siendo más marcada en la resina de alto impacto, especialmente en la resistencia a la flexión. Las pruebas inferenciales confirmaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p<0.05$). Se concluye que la resina Triplex presenta un mejor desempeño mecánico global y mayor estabilidad frente al envejecimiento artificial en comparación con la resina de alto impacto, lo que sugiere su mayor confiabilidad para aplicaciones clínicas a largo plazo.

Palabras clave: Resina flexional, resinas acrílicas, fuerza compresiva, factor de impacto, masticación.

ABSTRACT

This research aimed to determine differences in behavior under compressive and flexural loads between Triplex dental resin and high-impact resin after undergoing *in vitro* artificial aging. The study employed an applied, experimental design using a quantitative, hypothetico-deductive approach. The sample consisted of 40 specimens (bars and cylinders) distributed into four groups based on resin type and evaluation stage (before and after aging). Data were obtained through mechanical compression and flexural testing using a universal testing machine, in accordance with ISO standards. Statistical analysis included descriptive statistics, the Shapiro-Wilk normality test, and Student's t-tests for comparing means. The results showed that Triplex resin exhibited higher compressive and flexural strength values—both before and after artificial aging—compared to high-impact resin. Additionally, a decline in mechanical properties was observed in both materials following aging; this reduction was more pronounced in the high-impact resin, particularly regarding flexural strength. Inferential tests confirmed statistically significant differences between the groups ($p < 0.05$). It is concluded that Triplex resin demonstrates superior overall mechanical performance and greater stability against artificial aging compared to high-impact resin, suggesting greater reliability for long-term clinical applications.

Keywords: Flexural resin, acrylic resins, compressive strength, impact factor, mastication.

INTRODUCCIÓN

El uso de resinas odontológicas como materiales restaurativos dentales ha experimentado un crecimiento significativo en la odontología moderna, debido a sus adecuadas propiedades estéticas, buena manipulación clínica y aceptable comportamiento mecánico frente a las cargas funcionales. Dentro de este grupo, las resinas de uso odontológico como la resina Triplex y las resinas de alto impacto se emplean ampliamente en distintas aplicaciones clínicas, especialmente en restauraciones provisionales y definitivas, donde se requiere equilibrio entre resistencia y durabilidad. Sin embargo, uno de los factores que influye directamente en su desempeño clínico es el envejecimiento artificial in vitro, el cual simula las condiciones del medio oral y permite evaluar la estabilidad de sus propiedades físico-mecánicas a lo largo del tiempo.

En este contexto, la resistencia compresiva y la resistencia a la flexión se consideran propiedades fundamentales para predecir el comportamiento clínico de los materiales restauradores, ya que determinan su capacidad para soportar fuerzas masticatorias sin fracturarse o deformarse. El objetivo de este estudio es analizar y comparar la resistencia compresiva y la resistencia a la flexión entre la resina odontológica Triplex y la resina de alto impacto sometidas a envejecimiento artificial in vitro, Lima 2025.

El presente trabajo se estructura en varios capítulos con la finalidad de abordar de manera ordenada y rigurosa el problema de investigación. En el Capítulo I se contextualiza la problemática, resaltando la relevancia del comportamiento mecánico de las resinas odontológicas y definiendo conceptos fundamentales como resistencia compresiva, resistencia a la flexión y envejecimiento artificial in vitro. En el Capítulo II se desarrolla el marco teórico, donde se revisan estudios previos relacionados con el comportamiento mecánico de las resinas odontológicas.

En el Capítulo III se expone la estrategia metodológica adoptada, precisando la configuración del diseño investigativo. experimental, la operacionalización de variables, la selección de los materiales (resina Triplex y resina de alto impacto) y los procedimientos utilizados para determinar su desempeño frente a cargas de compresión y solicitaciones flexurales. Finalmente, en el Capítulo IV se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico de los datos, los cuales permiten evidenciar las diferencias en el comportamiento mecánico de ambas resinas después del envejecimiento artificial in vitro

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El polímero odontológico Triplex es un material utilizado en la fabricación de prótesis dentales, conocido por su flexibilidad y capacidad de adaptación a las estructuras orales (1). Este polímero se caracteriza por su durabilidad y su capacidad de resistir fuerzas masticatorias y otros factores de desgaste, lo que le confiere características que favorecen su elección en odontología restauradora. Por otro lado, el acrílico de alto impacto es un material de resina utilizado en prótesis que destaca por su resistencia superior a las fracturas (2). Su formulación lo hace más fuerte que el acrílico convencional, y su uso está orientado a evitar el desgaste temprano o daños en prótesis, ofreciendo una solución robusta para pacientes que necesitan mayor seguridad estructural (3).

A nivel global, el uso de polímeros y acrílicos en odontología es con una incorporación progresivamente mayor, particularmente dentro del campo de la fabricación de prótesis removibles. Se estima que alrededor del 60% de los pacientes que requieren rehabilitación oral optan por materiales acrílicos, siendo el acrílico de alto impacto una de las opciones más recomendadas en casos de prótesis completas o parciales (4).

Un estudio realizado en Alemania en 2023 reportó que las prótesis elaboradas con acrílico de alto impacto presentaron un 45% menos de fracturas en comparación con las fabricadas con acrílico convencional durante un seguimiento de dos años**.** El incremento en la longevidad de la población y el desgaste dental asociado ha propiciado una mayor necesidad de disponer de materiales más resistentes que aseguren mayor duración y funcionalidad de las prótesis dentales. En regiones como Europa y Norteamérica, la elección de materiales de alta resistencia se ha consolidado como una práctica estándar para la elaboración de estos dispositivos (5).

En el contexto local, la realidad es similar. En países de Latinoamérica, particularmente en Perú, los pacientes que buscan soluciones protésicas también demandan mayor durabilidad en los materiales utilizados para sus tratamientos. Según estudios realizados en clínicas odontológicas, la incidencia de fracturas en prótesis removibles hechas de acrílico convencional es considerablemente alta, lo que ha generado una preferencia creciente por alternativas como el acrílico de alto impacto y los polímeros como el Triplex.

Una investigación llevada a cabo en Lima en 2022 reveló que el 68% de los técnicos dentales prefieren trabajar con acrílico de alto impacto por su mejor comportamiento frente a la fractura, especialmente en prótesis completas inferiores. Esta tendencia local se ve impulsada por la necesidad de favorecer el bienestar integral de los pacientes y disminuir la probabilidad de fallas en las prótesis, que pueden provocar molestias, incomodidad y necesidad de constantes reparaciones (6).

El problema surge cuando no se ha establecido claramente cuál de estos materiales, Triplex o acrílico de alto impacto, ofrece una mayor resistencia a largo plazo frente a las exigencias diarias que una prótesis enfrenta en la cavidad oral (7). Ambas opciones han sido ampliamente utilizadas en la práctica odontológica, pero no existe una conclusión clara sobre cuál presenta mayores beneficios desde la perspectiva de resistencia frente a factores como la fuerza masticatoria, la temperatura o los hábitos de los pacientes (8).

La elección entre Triplex y acrílico de alto impacto influye en la práctica clínica diaria, ya que afecta la durabilidad de las prótesis y reduce el riesgo de fallos o reparaciones, mejorando los resultados para odontólogos y protésicos (9). Desde el punto de vista económico, una elección incorrecta puede aumentar los costos para los pacientes por reparaciones frecuentes y generar mayor demanda de recursos en los servicios sanitarios de carácter público o particular (10). De manera que el estudio permitirá conocer la efectividad de dos materiales en términos de

resistencia aportando un sustento consistente para orientar la adopción de decisiones en la práctica odontológica.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión y a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina de alto impacto sometidas a envejecimiento artificial in vitro, Lima, 2026?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto antes del envejecimiento artificial?
2. ¿Existe diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto antes del envejecimiento artificial?
3. ¿Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto después de un año de envejecimiento artificial?
4. ¿Existe diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto después de un año de envejecimiento artificial?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Comparar la resistencia a la compresión y a la flexión de la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, Lima, 2026.

1.2.2 Objetivos específicos

1.- Determinar la diferencia en la resistencia a la compresión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto antes del envejecimiento artificial.

2.- Determinar la diferencia en la resistencia a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto antes del envejecimiento artificial.

3.- Determinar la diferencia en la resistencia a la compresión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto después de un año de envejecimiento artificial.

4.- Determinar la diferencia en la resistencia a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto después de un año de envejecimiento artificial.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación teórica

Esta investigación contribuye significativamente al campo de la odontología restauradora y protésica, ofreciendo un enfoque comparativo sobre dos materiales clave utilizados en la elaboración de prótesis dentales. Al abordar la resistencia y las propiedades mecánicas de estos polímeros, se busca aportar nuevos conocimientos que permitan a los profesionales de la odontología tomar decisiones más informadas sobre qué material utilizar para maximizar la durabilidad y funcionalidad de las prótesis. Este estudio también enriquece la literatura científica al aportar evidencia empírica sobre comparar materiales acrílicos con diferentes modificaciones estructurales empleados en rehabilitación protésica

1.4.2 Justificación metodológica

Se desarrolló bajo el método hipotético-deductivo, con un enfoque cuantitativo y un diseño experimental, debido a que se manipularon las condiciones de las muestras de polímero Triplex y acrílico de alto impacto para evaluar sus propiedades mecánicas antes y después del envejecimiento artificial. Se emplearon técnicas experimentales de resistencia a la compresión y flexión en condiciones controladas de laboratorio. El principal instrumento de recolección de datos fue la máquina de ensayo universal, que permitió medir objetivamente la resistencia de los materiales. Los resultados fueron cuantificados y analizados estadísticamente para determinar las diferencias entre ambos materiales, garantizando un procedimiento metodológico riguroso y confiable.

1.4.3 Justificación práctica

El estudio benefició directamente a los profesionales odontólogos, especialmente a aquellos especializados en la fabricación de prótesis dentales, proporcionándoles información precisa sobre cuál de estos materiales ofreció mayor resistencia y durabilidad para su uso clínico. Los pacientes también se vieron beneficiados, ya que el uso del material más adecuado contribuyó a mejorar la calidad y longevidad de las prótesis, reduciendo la necesidad de reparaciones frecuentes. Además, el estudio permitió a los laboratorios y fabricantes optimizar el uso de materiales en la elaboración de prótesis, favoreciendo la obtención de productos de mayor calidad. Los resultados pudieron ser aplicados en un contexto inmediato una vez finalizado el estudio y resultaron útiles para clínicas y laboratorios odontológicos interesados en implementar avances relacionados con los materiales protésicos.

1.4.4 Justificación social

La salud bucal es un componente fundamental del bienestar general de las personas, ya que influye directamente en la calidad de vida, la autoestima y la integración social. Las prótesis

dentales removibles son una solución común para pacientes que han perdido piezas dentales, permitiéndoles recuperar funciones básicas como la masticación, el habla y la estética facial. Sin embargo, la durabilidad y resistencia de los materiales empleados en estas prótesis impactan significativamente en la satisfacción y confort del paciente.

Evaluar y comparar materiales como el polímero Triplex y el acrílico de alto impacto desde una perspectiva de resistencia y flexión permite seleccionar alternativas más eficientes y duraderas, contribuyendo a la reducción de fallas protésicas y mejorando la calidad de vida de los pacientes. Además, al optimizar la durabilidad de las prótesis, se reduce la demanda de servicios de reparación y reemplazo, beneficiando a las comunidades con recursos limitados y promoviendo un uso más eficiente de los recursos sanitarios.

Por lo tanto, esta investigación tiene una importancia social significativa al aportar conocimiento que puede guiar la elección de materiales odontológicos más adecuados, favoreciendo la salud oral, el bienestar social y la equidad en el acceso a tratamientos protésicos de calidad.

1.5 Limitaciones de la investigación

1.5.1 Temporal

Desarrollado en el año 2026 de febrero a junio, por lo que los hallazgos registrados. reflejaron el comportamiento de la resina odontológica Triplex y la resina de alto impacto bajo condiciones de envejecimiento artificial in vitro dentro del periodo establecido. En este sentido, los hallazgos se limitaron al tiempo de ejecución del estudio, sin considerar posibles variaciones futuras en la composición de los materiales o en las técnicas de procesamiento que pudieron surgir posteriormente en la industria odontológica.

1.5.2 Espacial

Realizado en un entorno de laboratorio HIGHT TECHNOLOGY CERTIFICATE SAC, , bajo condiciones controladas propias de un estudio in vitro. Por lo tanto, los resultados no necesariamente pudieron ser extrapolados de manera directa a condiciones clínicas reales en la cavidad oral, ya que no se consideraron factores biológicos como la saliva, la temperatura fluctuante, el pH oral o las fuerzas masticatorias dinámicas presentes en el ambiente bucal.

1.5.3 Población o unidad de análisis

El elemento considerado para el análisis correspondió a especímenes de resina odontológica Triplex y resina de alto impacto elaboradas bajo estandarización de laboratorio. Estas muestras fueron sometidas a pruebas de resistencia compresiva y resistencia a la flexión después del proceso de envejecimiento artificial in vitro. En consecuencia, la investigación no involucró pacientes ni seres vivos, sino materiales dentales procesados en condiciones experimentales controladas, lo que limitó la interpretación de los resultados exclusivamente al comportamiento mecánico de los materiales evaluados.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Nacionales

Martínez y Huacho (11) el año 2024 en Perú, el objetivo de este estudio fue "Evaluar la resistencia flexural de cuatro resinas acrílicas termopolimerizables utilizadas en la fabricación de prótesis totales". Metodológicamente, se realizó un estudio experimental in vitro de diseño comparativo, en el cual se elaboraron 42 especímenes estandarizados con dimensiones de 3 mm de espesor, 60 mm de largo y 10 mm de ancho. Las muestras fueron confeccionadas siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante, incluyendo fases de mezcla, polimerización, prensado y acabado. Posteriormente, se realizó un proceso de almacenamiento en condiciones controladas de temperatura y humedad para simular estabilidad del material antes del ensayo. Las pruebas de resistencia flexural. Las muestras fueron sometidas mediante un ensayo flexural de configuración triaxial, efectuado con un equipo universal de pruebas mecánicas, con una carga de 500 kg y una velocidad de desplazamiento de 5 mm/min. El ensayo continuó hasta producirse la fractura de cada espécimen, registrándose el valor máximo soportado. Los resultados mostraron que EZ CRIL alcanzó el valor promedio más alto, con 94,36 ± 5,53 MPa. A continuación, se ubicó VIPICril PLUS, con 89,17 ± 7,06 MPa, mientras que Triplex Hot obtuvo 87,85 ± 8,67 MPa. La resina IVOCAP obtuvo el promedio más bajo con 81.34 ± 5.72 MPa. Se concluyó que todas las resinas evaluadas superaron los valores recomendados por la norma ISO 1567, evidenciando un comportamiento mecánico adecuado para su uso clínico en prótesis totales.

García et al. (12) el año 2024 en Perú, el objetivo de este estudio fue "Evaluar la resistencia al impacto de diferentes materiales utilizados en la reconstrucción de muñones dentales". Metodológicamente, se llevó a cabo un estudio experimental in vitro, de tipo comparativo, donde se fabricaron 50 especímenes de resinas compuestas y materiales provisionales bajo condiciones controladas de laboratorio, utilizando moldes metálicos estandarizados para

asegurar uniformidad dimensional. Las muestras fueron sometidas a procesos de fotopolimerización o autopolimerización según las indicaciones del fabricante, y posteriormente almacenadas en solución fisiológica a 37 °C por un lapso previamente establecido, con el propósito de reproducir escenarios intraorales. Los ensayos de impacto se realizaron mediante el método Charpy, complementados con pruebas de flexión en una máquina universal de ensayos, registrando la energía absorbida hasta la fractura del material. En cuanto a los resultados, la resina de alto impacto TempSpan® presentó la mayor resistencia al impacto con 17.9 KJ/m², mostrando una superioridad significativa frente a Luxatemp® y Protemp® (11.2 KJ/m²). Se evidenció además una variabilidad en el comportamiento mecánico dependiendo de la composición polimérica y la carga de relleno de cada material. Se concluyó que los materiales de mayor densidad polimérica y refuerzo estructural presentan mejor desempeño ante fuerzas dinámicas, siendo TempSpan® la opción más resistente para reconstrucción de muñones dentales.

León (13) el año 2024 en Perú, la investigación tuvo como propósito "Establecer diferencias en el desempeño mecánico de materiales de polimetilmetacrilato, considerando como variables la capacidad flexural, el comportamiento frente a impactos y la rigidez determinada mediante el módulo de flexión." Para ello, se efectuó una evaluación experimental en condiciones de laboratorio, orientada a contrastar las propiedades de especímenes elaborados mediante tecnologías de fabricación CAD/CAM y mediante polimerización térmica convencional, transversal, donde se elaboraron 60 muestras de resina acrílica distribuidas en tres grupos experimentales. Cada grupo fue sometido a procesos de fabricación específicos: polimerización térmica convencional para el PMMA tradicional y fresado CAD/CAM para los materiales de nueva generación. Las muestras fueron acondicionadas en medios acuosos a temperatura controlada para simular el ambiente oral antes de los ensayos mecánicos. Posteriormente, se realizaron pruebas de resistencia flexural mediante el método de tres

puntos, pruebas de impacto tipo Charpy y análisis del módulo de flexión utilizando una máquina universal de ensayos calibrada. En cuanto a los resultados, la resina Triplex Hot presentó una resistencia al impacto de 16.5 KJ/m², además de valores superiores en comparación con otros materiales evaluados, evidenciando mejor comportamiento mecánico global. Se observó que los materiales CAD/CAM presentaron mayor homogeneidad estructural y menor presencia de porosidades. Se concluyó que la selección de resinas con mayor estabilidad polimérica mejora significativamente la resistencia mecánica y la durabilidad de las prótesis totales.

Lazarte C (14), 2023 en Perú, el estudio "Evaluó el comportamiento frente a cargas de flexión del material acrílico Ivoclar Vivadent Triplex Hot, considerando dos procedimientos empleados para su polimerización térmica". El trabajo se desarrolló bajo un enfoque experimental en condiciones de laboratorio, estableciendo una comparación entre ambas técnicas de procesamiento, en el cual se confeccionaron 24 barras de acrílico estandarizadas bajo condiciones controladas de laboratorio. Las muestras fueron divididas en dos grupos de 12 especímenes cada uno, aplicándose dos técnicas de polimerización: método convencional por baño de agua caliente y método por microondas. Posteriormente, las muestras fueron almacenadas en condiciones controladas para estabilización del material antes del ensayo mecánico. La resistencia flexural fue evaluada empleando un dispositivo universal para la ejecución de ensayos mecánicos, aplicando una carga constante hasta la fractura del material bajo el método de flexión de tres puntos. En cuanto a los resultados, se obtuvo una resistencia de 100.08 ± 4.60 MPa para el método convencional y de 103.28 ± 3.28 MPa para el método por microondas. El análisis estadístico evidenció resultados equivalentes entre las técnicas evaluadas, cuya variación más amplia alcanzó 3,2 MPa. Este hallazgo sugiere que las modalidades de procesamiento estudiadas generan un desempeño mecánico comparable independientemente del método de polimerización.

Cunya (15) el año 2023 en Perú, la investigación tuvo como finalidad "Establecer el comportamiento de dos materiales empleados en rehabilitación protésica, contrastando su desempeño frente a cargas de flexión entre un PMMA convencional y una formulación modificada para mayor resistencia al impacto". Para ello, se ejecutó un ensayo de laboratorio bajo condiciones controladas, con un planteamiento experimental orientado a la comparación de ambas alternativas. donde se elaboraron 40 especímenes de resina acrílica para prótesis dentales bajo condiciones estandarizadas de fabricación. Las muestras fueron divididas en dos grupos experimentales: PMMA convencional y PMMA de alto impacto, elaboradas utilizando moldes metálicos normalizados para asegurar uniformidad dimensional. Posteriormente, los especímenes fueron sometidos a acondicionamiento en solución salina a 37 °C a lo largo de un intervalo previamente establecido, con el propósito de reproducir de forma controlada escenarios semejantes a los presentes en la cavidad bucal. La capacidad de soportar cargas de flexión fue establecida mediante un ensayo de tres apoyos efectuado en una máquina universal de pruebas mecánicas calibrada, registrando la carga máxima hasta la fractura. En cuanto a los resultados, la resina de alto impacto mostró una resistencia significativamente superior a la flexión con un promedio de 91.3 MPa, mientras que el PMMA convencional presentó un valor de 63.2 MPa. Se concluyó que las resinas de alto impacto ofrecen una mejor respuesta mecánica, siendo más adecuadas para prótesis sometidas a mayores cargas funcionales.

Antecedentes internacionales

García et al. (16) el año 2023 en Brasil, el objetivo de este estudio fue "Evaluar la resistencia al impacto de distintos tipos de acrílicos utilizados en la fabricación de prótesis dentales". Metodológicamente, Se efectuó un ensayo controlado de laboratorio con enfoque contrastivo, en el cual se confeccionaron 50 especímenes de acrílicos dentales bajo protocolos estandarizados de laboratorio. Las muestras fueron divididas según el tipo de material

(acrílicos convencionales y de alto impacto) y sometidas a acondicionamiento previo en condiciones controladas de humedad y temperatura para simular el ambiente oral. Posteriormente, se realizaron 50 pruebas de impacto utilizando el método de Charpy, registrando la energía absorbida hasta la fractura del material. En cuanto a los resultados, el acrílico termopolimerizable SR Triplex® presentó la mayor resistencia al impacto con 20.1 KJ/m², seguido por el acrílico Veracril® con 14.8 KJ/m². Se evidenció una superioridad mecánica de los acrílicos reforzados frente a los convencionales. Se concluyó que el uso de acrílicos de alto impacto como SR Triplex® es altamente recomendable para prótesis dentales debido a su mayor resistencia y menor susceptibilidad a fracturas.

Srivastava et al. (17) el año 2023 en India, el objetivo fue "Contrastar el comportamiento frente a impactos de una formulación acrílica convencional y otra modificada para incrementar su tenacidad". El trabajo se desarrolló mediante pruebas controladas en laboratorio. de tipo comparativo, en el cual se elaboraron especímenes de resina acrílica convencional y resina acrílica de alto impacto bajo condiciones estandarizadas de laboratorio. Las muestras fueron confeccionadas utilizando moldes metálicos normalizados para garantizar uniformidad dimensional, y posteriormente sometidas a procesos de polimerización según las especificaciones del fabricante. Antes de las pruebas mecánicas, los especímenes fueron acondicionados en medio acuoso a temperatura controlada para simular el ambiente oral. La resistencia al impacto fue evaluada mediante el método de impacto Izod/Charpy, registrando la energía absorbida hasta la fractura del material. En cuanto a los resultados, se evidenció que la resina acrílica de alto impacto reforzada con óxido de zirconio presentó la mayor resistencia al impacto (7.5 kJ/m²), mientras que la resina acrílica convencional mostró la menor resistencia (3.12 kJ/m²). Se concluyó que el refuerzo con óxido de zirconio mejora significativamente las propiedades mecánicas del material, destacando su utilidad en la prostodoncia clínica por su mayor capacidad de absorción de energía ante fuerzas de impacto.

León et al. (18) el año 2022 en España, este estudio tuvo como propósito Eevaluar la resistencia flexural de varios polímeros utilizados en restauraciones provisionales". Metodológicamente, se llevó a cabo un estudio experimental in vitro de diseño comparativo, donde se prepararon 60 muestras de polímeros de resina de diferentes marcas y composiciones químicas bajo condiciones estandarizadas de laboratorio. Las muestras fueron divididas distribuidos en categorías de acuerdo con la naturaleza del material (termopolimerizable y autopolimerizable), utilizando moldes estandarizados para asegurar la homogeneidad dimensional. A continuación, las probetas fueron sometidas a un procedimiento de acondicionamiento en solución fisiológica a 37 °C durante un periodo determinado, con el fin de simular las condiciones del medio oral. Las pruebas de resistencia flexural se realizaron mediante el método de flexión de tres puntos en una máquina universal de ensayos, registrando la carga máxima hasta la fractura y el comportamiento elástico del material. En cuanto a los resultados, se observó que los polímeros termopolimerizables como Luxatemp® y Protemp 4® presentaron mejores propiedades mecánicas en comparación con los polímeros autopolimerizables, mostrando mayor resistencia a la flexión y mejor estabilidad estructural. Se concluyó que la selección de polímeros termopolimerizables resulta favorable para restauraciones provisionales debido a su mayor durabilidad y mejor desempeño frente a cargas funcionales.

Flórez et al. (19) el año 2022 en Colombia, el objetivo de este estudio fue "Comparar la resistencia al impacto de dos acrílicos convencionales y dos de alto impacto utilizados en la fabricación de bases protésicas". Metodológicamente, e ejecutó un estudio comparativo de carácter experimental bajo condiciones controladas de laboratorio, en el que se elaboraron 40 barras de cera estandarizadas que posteriormente fueron enmufladas y procesadas con cuatro diferentes marcas de acrílicos dentales (dos convencionales y dos de alto impacto). Las

muestras fueron confeccionadas bajo protocolos de laboratorio controlados, asegurando dimensiones uniformes y condiciones estandarizadas de polimerización según las indicaciones del fabricante. Posteriormente, los especímenes fueron acondicionados en medio húmedo a temperatura controlada para simular condiciones intraorales antes de la evaluación mecánica. La resistencia al impacto fue determinada mediante la prueba de Charpy, registrando la energía absorbida hasta la fractura del material. En cuanto a los resultados, Lucitone199® presentó la mayor resistencia al impacto con 16.5 KJ/m², seguido por Veracril alto impacto® con 10.8 KJ/m², Veracril convencional® con 9.3 KJ/m², y Masterdent acrylic resin con 5.9 KJ/m². Se evidenció una clara superioridad de los acrílicos de alto impacto frente a los convencionales. Se concluyó que los acrílicos de alto impacto representan una alternativa más viable para bases protésicas, debido a su mayor resistencia y menor susceptibilidad a fracturas por cargas súbitas.

Montes et al. (20) el año 2021 en Estados Unidos, se centraron en "comparar la resistencia al impacto de resinas acrílicas de alto impacto para prótesis completas". Metodológicamente, se realizó un estudio experimental in vitro comparativo, donde se confeccionaron 30 especímenes de resina acrílica de alto impacto bajo condiciones controladas de laboratorio, utilizando moldes estandarizados para asegurar uniformidad en las dimensiones de las muestras. Las muestras fueron sometidas a procesos de polimerización según las especificaciones del fabricante y posteriormente almacenadas en condiciones controladas de humedad y temperatura para simular el medio oral. La evaluación de la resistencia al impacto se realizó mediante el método de Izod, registrando la energía absorbida hasta la fractura del material y analizando su comportamiento frente a cargas dinámicas. En cuanto a los resultados, la resina Paladon® presentó la mayor resistencia al impacto con 18.2 KJ/m², superando significativamente a las demás resinas evaluadas. Se evidenció que los materiales de alto impacto presentan una mayor capacidad de absorción de energía y mejor desempeño

mecánico ante fuerzas repentinas. Se concluyó que las resinas de alto impacto ofrecen una mayor protección estructural en prótesis completas, especialmente en situaciones de impacto o trauma accidental.

2.2 BASES TEÓRICAS

1.-Polímeros en Odontología

Los polímeros son macromoléculas que se componen de la sucesión de unidades estructurales más diminutas conocidas como monómeros, las cuales están conectadas dentro de sí mediante enlaces químicos (generalmente covalentes). Estas formaciones podrían ser sintéticas o naturales y poseen una extensa gama de características mecánicas, químicas y físicas que posibilitan su uso en diferentes campos, la odontología entre ellos. Los polímeros han mostrado ser materiales multifuncionales y polivalentes en este ámbito, se utilizan en diversos métodos clínicos por su ligereza, compatibilidad biológica, estética y facilidad para manipularlos (21).

2.- Clasificación, aplicación y relevancia

En odontología, existen diferentes formas de organizar los polímeros. Una preliminar clasificación se fundamenta en su procedencia, con lo que se diferencian los polímeros sintéticos entre los cuales sobresalen las resinas epóxicas, el polimetilmetacrilato (PMMA), los poliésteres y los policarbonatos— de los naturales, como la goma laca o el colágeno. Otra categorización importante se hace gracias a base en el desempeño térmico de los materiales, y se divide en termoplásticos, que son moldeables por medio del calor; y termoestables, que no cambian su estructura con el calentamiento después de ser polimerizados. También, en el ámbito clínico, una categorización que resulta especialmente útil es la que se fundamenta en su uso, la cual distingue componentes incluyendo adhesivos dentales, resinas compuestas, resinas acrílicas, cementos a base de resina y componentes destinados a impresión (22).

Los usos clínicos de los polímeros en odontología son variados y abundantes. Una parte de los métodos más habituales es en la creación de bases para prótesis dentales removibles. En este caso, se utiliza a menudo el PMMA porque tiene una buena solidez dimensional, estética y biocompatibilidad. Igualmente, se suelen utilizar polímeros acrílicos de alta resistencia en la fabricación de los dientes artificiales, lo que posibilita una estética parecida a la dentición natural. Por otro lado, en las reestructuraciones dentales, carillas estéticas y reestructuraciones directas se emplean con frecuencia las resinas compuestas, que son una matriz polimérica reforzada con partículas inorgánicas (21).

En la elaboración de cementos y adhesivos dentales, los polímeros igualmente son esenciales, pues estos posibilitan que las reconstrucciones indirectas y otros componentes protésicos se mantengan fijos. Por su capacidad de flexibilidad, exactitud y firmeza al desgarro, los componentes elastoméricos poliméricos como las siliconas y poliéteres son fundamentales en la realización de impresiones dentales. Los protectores bucales y las férulas oclusales también están hechos con polímeros termoplásticos que son moldeables, lo que brinda seguridad y confort a los usuarios bruxistas o a los deportistas que participan en deportes de contacto (23).

Lo que tiene que ver con la eficacia clínica de los polímeros usados en odontología está íntimamente vinculado al desempeño estructural de dichos materiales. La capacidad de resistencia ante tracción y compresión es esencial entre estas, sobre todo en reestructuraciones y prótesis expuestas a las cargas de la masticación. En los instrumentos intraorales y en los compuestos de impresión que necesitan adaptarse sin romperse, la capacidad de ser flexibles y elásticos es fundamental. Además, la durabilidad al deterioro y la firmeza son factores cruciales en los compuestos de restauración que están en constante interacción con alimentos y otras superficies dentales (24).

La estabilidad dimensional es otra propiedad esencial, pues garantiza que la funcionalidad y la estructura de los dispositivos y las reestructuraciones se conserven a lo largo del tiempo, impidiendo irregularidades dañinas. La biocompatibilidad se añade a esto, la cual es vital para asegurar que los materiales no provoquen reacciones desfavorables en los tejidos orales. Por último, las propiedades estéticas de los polímeros, como su translucidez, color y habilidad para ser pulidos, posibilitan que las restauraciones se asemejen a los tejidos dentales naturales, lo que favorece resultados clínicos positivos tanto en términos funcionales como estéticos (25).

3.- Polímero Triplex en Odontología

Triplex es un polímero sintético que se usa con frecuencia en odontología, sobre todo en el campo de la prostodoncia. Es una resina acrílica termoactivable que se ha preparado y formulado para la elaboración de placas destinadas a prótesis dentales removibles, ya sean parciales o completas. Su reconocimiento se atribuye a su fácil procesabilidad, su estabilidad dimensional correcta y sus características físico-mecánicas apropiadas, que satisfacen las exigencias clínicas en la restauración de la boca (26).

Composición química

La estructura polimérica de Triplex, la resina, se presenta constituida fundamentalmente por polimetilmetacrilato (PMMA). Su estructura está compuesta por dos elementos:

- Polvo: Incluye el polímero (PMMA prepolimerizado), pigmentos, opacificantes, plastificantes y, en ocasiones, fibras o partículas para optimizar las características mecánicas o estéticas (24).
- Líquido: Consiste, fundamentalmente, en metilmetacrilato (MMA) como monómero y en inhibidores de polimerización temprana (por ejemplo, hidroquinona) y componentes de reticulación como el dimetacrilato de etilenglicol (EGDMA) (25).

El método de polimerización por aumento de calor (termoactivación) se establece en marcha al combinar los dos elementos. En este, el monómero líquido reacciona con el polvo para crear una masa plástica que puede moldearse y que luego se endurece de manera permanente cuando se expone al calor.

Propiedades físicas y mecánicas

Las características físico-mecánicas del polímero Triplex son apropiadas para su uso en prótesis removibles:

- **Buena resistencia a la compresión y flexión**, lo que hace posible resistir las tensiones operativas en el transcurso de la masticación (27).
- **Estabilidad dimensional**, asegurando que la prótesis se adapte de manera constante con el paso del tiempo.
- **Alta biocompatibilidad**, en todo momento que la polimerización se lleve a cabo correctamente con el fin de reducir al mínimo la exposición de monómero residual (27).
- **Estética aceptable**, debido a la capacidad de translucidez y coloración que reproduce la mucosa bucal.
- **Fácil manipulación**, con tiempos apropiados de empleo y una excelente capacidad de adaptación durante la fase plástica (28).

No obstante, muestra una resistencia reducida al impacto, lo que lo vuelve propenso a fracturarse si la prótesis se cae alrededor de una altura determinada.

Ventajas y limitaciones

El uso del polímero Triplex ofrece múltiples ventajas en el ámbito clínico:

Ventajas:

- Simplificación de manejo y procedimiento.
- Atractivo estético.
- Presupuesto relativamente reducido en relación con otros materiales.
- Compatibilidad biológica apropiada.
- Adecuación excelente al modelo y a los tejidos orales (29).

Limitaciones:

- Fragilidad relativa ante fuerzas o impactos desmedidos.
- Si la polimerización no se lleva a cabo de manera apropiada, existe la probabilidad de que se libere monómero residual.
- Propensión a la abrasión y al deterioro con el paso del tiempo.
- Si el procedimiento de curado térmico no se regula adecuadamente, podría experimentar alteraciones en sus dimensiones (30).

3.- Acrílico de Alto Impacto VITACRYL PLUS

El acrílico de alto impacto Vitacryl Plus es un componente polimérico que se creó con el fin de sobrepasar las restricciones mecánicas del habitual poli(metil metacrilato) (PMMA), que es muy empleado en odontología a fin de fabricar placas de prótesis dentales. Este tipo de acrílico ha tenido cambios a nivel estructural gracias a la adición de aditivos específicos, los cuales le otorgan más resistencia al impacto, mayor durabilidad y un mejor desempeño ante cargas funcionales, sin que se vean comprometidas su biocompatibilidad ni sus características estéticas (31).

Diferencias con el acrílico convencional (PMMA)

El PMMA convencional es un material termoplástico que se utiliza con frecuencia en la odontología protésica porque es fácil de manejar, tiene una estética adecuada y cuenta con una aceptable compatibilidad biológica. No obstante, una de sus mayores complicaciones es su escasa resistencia a las fracturas, sobre todo en el caso de que las prótesis se ven expuestas a caídas o a cargas repetitivas en el transcurso de la masticación. Estas circunstancias tienen el potencial de crear microfisuras que progresan hasta llegar a fracturas enteras en la base protésica (32).

En contraste, Vitacryl Plus es un acrílico de alto impacto que se ha creado con el fin de optimizar la conducta mecánica del compuesto Vitacryl Plus, a diferencia del PMMA tradicional, muestra una tenacidad más alta; esto es, la habilidad que tiene el componente de absorber energía sin romperse. Esto es fundamental para evitar fallas clínicas prematuras. Dicha optimización se consigue sin renunciar a diversas características fundamentales, como el acabado en la superficie o la estabilidad dimensional (33).

Composición y aditivos

Vitacryl Plus se fundamenta en una matriz de PMMA que ha sido modificada con agentes elastoméricos, como el caucho acrílico o copolímeros de butadieno-estireno, los cuales son añadidos en la etapa de polimerización. Estos aditivos funcionan como modificadores de impacto, esparciéndose en partículas a través de la matriz polimérica. Esto posibilita que la energía producida por fuerzas mecánicas o impactos se distribuya y absorba con más eficacia (31).

Además, el sistema podría incluir plastificantes, estabilizadores térmicos y agentes reticulantes (por ejemplo, el dimetacrilato de etilenglicol), que optimizan la cohesión de la

estructura y promueven un curado más uniforme. Esta formulación otorga al compuesto una composición interior que es más resistente a la dispersión de grietas, cualidad fundamental para conservar la integridad funcional de la prótesis por largos períodos de uso (32).

Mejora de la resistencia al impacto y otras propiedades mecánicas

Una ventaja importante de Vitacryl Plus es que, en comparación con el acrílico tradicional, es mucho más resistente al golpe. Dicha optimización se convierte en una reducida posibilidad de rotura durante sucesos similar a la caída del implante fuera de la cavidad oral, que es un inconveniente clínico común. Los modificadores elastoméricos hacen posible que el material, en vez de romperse abruptamente, disipe la energía del impacto por medio de deformaciones controladas. Además, de su resistencia al impacto, Vitacryl Plus exhibe mejores propiedades de resistencia a la flexión y a la fatiga, lo cual es esencial para soportar las cargas masticatorias diarias. También presenta una mayor tolerancia al desarrollo de microfisuras, lo cual prolonga la vida útil de la prótesis y reduce la necesidad de reparaciones o reemplazos (33).

Aplicaciones en odontología

En la odontología, Vitacryl Plus se aplica sobre todo en la elaboración de bases para prótesis removibles totales y parciales, en las que son altas las exigencias mecánicas y funcionales. Es especialmente aconsejable su utilización en personas que hayan tenido fractura de prótesis, rebordes alveolares atróficos o costumbres parafuncionales como el bruxismo, porque brinda más seguridad ante los fallos mecánicos (29).

Además, Vitacryl Plus puede ser utilizado para crear dispositivos temporales, férulas o placas base para registros o pruebas de mordida, aprovechando su estabilidad y resistencia. En todos estos ejemplos, su compatibilidad con métodos de laboratorio convencionales, su acabado

estético apropiado y su facilidad para ser procesado lo hacen una opción eficaz en comparación con el PMMA convencional (33).

4.- Resistencia compresiva en materiales odontológicos

La resistencia compresiva constituye un atributo esencial del comportamiento mecánico, pues expresa la aptitud de un material para soportar cargas axiales sin sufrir deformación permanente o fractura. En el contexto odontológico, esta propiedad es especialmente relevante en materiales utilizados para la fabricación de prótesis dentales, ya que estas estructuras están sometidas constantemente a fuerzas verticales generadas durante la masticación (34).

Las resinas acrílicas, particularmente aquellas basadas en polimetilmetacrilato (PMMA), presentan una resistencia compresiva adecuada para soportar las cargas funcionales del sistema estomatognático. Sin embargo, esta propiedad puede variar significativamente dependiendo de factores como el grado de polimerización, la presencia de porosidades internas, la relación polvo-líquido durante la mezcla y las condiciones de procesamiento del material (35).

Asimismo, la resistencia compresiva se ve influenciada por el tiempo de uso y las condiciones ambientales a las que está expuesto el material. La absorción de agua y la degradación hidrolítica pueden reducir la cohesión de la matriz polimérica, disminuyendo su capacidad para resistir cargas compresivas a largo plazo (36). En este sentido, los materiales de alto impacto, al incorporar modificadores estructurales, pueden presentar un mejor comportamiento frente a cargas compresivas en comparación con los acrílicos convencionales (37).

Por tanto, la evaluación de la resistencia compresiva es esencial para determinar la capacidad de los materiales protésicos de mantener su integridad estructural y funcional en el tiempo, especialmente en pacientes con altas demandas masticatorias o condiciones parafuncionales (38).

5.- Resistencia a la flexión en materiales dentales

La resistencia a la flexión es la capacidad de un material para resistir fuerzas que tienden a doblarlo sin fracturarse. Esta propiedad es de gran importancia en odontología protésica, ya que las bases de las prótesis están sometidas a fuerzas combinadas de compresión y tracción durante la función masticatoria, lo que genera tensiones de flexión (39).

El método más utilizado para evaluar esta propiedad es el ensayo de flexión de tres puntos, en el cual una carga es aplicada en el centro de una muestra apoyada en dos extremos hasta producir su fractura. Este ensayo permite determinar no solo la resistencia máxima del material, sino también su comportamiento elástico y su capacidad de deformación antes de fallar (40).

En materiales como el PMMA, la resistencia a la flexión depende de la estructura interna del polímero, el grado de conversión del monómero, la presencia de defectos estructurales y el tipo de refuerzos incorporados. Las resinas de alto impacto, al contener modificadores elastoméricos, presentan una mayor capacidad de absorción de energía, lo que mejora su resistencia a la flexión y reduce la propagación de grietas (41).

Desde el punto de vista clínico, una baja resistencia a la flexión se asocia con fracturas frecuentes de las bases protésicas, especialmente en zonas de alto estrés como la región media del paladar en prótesis completas superiores. Por ello, la selección de materiales con adecuada resistencia flexural es determinante para la longevidad de las restauraciones protésicas (42).

6.- Envejecimiento artificial en materiales dentales

El envejecimiento artificial es un procedimiento experimental que simula las condiciones del medio oral a lo largo del tiempo, permitiendo evaluar el comportamiento de los materiales dentales frente a factores como la humedad, los cambios térmicos y las cargas mecánicas repetitivas (43).

Entre los métodos más utilizados para inducir envejecimiento artificial se encuentran el termociclado, que consiste en someter a los materiales a cambios alternantes de temperatura, y el almacenamiento en agua o soluciones fisiológicas a temperatura controlada. Estos procedimientos buscan reproducir el ambiente oral, caracterizado por variaciones térmicas constantes y la presencia de saliva (34).

El envejecimiento artificial puede provocar alteraciones en las propiedades físico-mecánicas de los materiales, como la disminución de la resistencia compresiva y flexural. Esto se debe principalmente a la absorción de agua por parte del polímero, lo que genera plasticización de la matriz, debilitamiento de los enlaces intermoleculares y formación de microfisuras internas (35).

Asimismo, el proceso de degradación puede favorecer la propagación de grietas bajo cargas funcionales, incrementando el riesgo de fractura en prótesis dentales. En el caso de las resinas de alto impacto, aunque presentan mayor resistencia inicial, también pueden experimentar cambios en su comportamiento mecánico tras periodos prolongados de envejecimiento (44).

2.3 Formulación de la hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

Hi: Existe una diferencia significativa en la resistencia a la compresión y a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, Lima, 2026.

Ho: No existe una diferencia significativa en la resistencia a la compresión y a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, Lima, 2026.

2.3.2 Hipótesis específicas (HE)

HE N ° 1

$H1_1$: Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto antes del envejecimiento artificial.

$H0_1$: No existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto antes del envejecimiento artificial.

HE N ° 2

$H1_2$: Existe diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto antes del envejecimiento artificial.

$H0_2$: No existe diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto antes del envejecimiento artificial.

HE N ° 3

$H1_3$: Existe variación significativa en la resistencia a la compresión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto después de un año de envejecimiento artificial.

$H0_3$: No existe variación significativa en la resistencia a la compresión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto después de un año de envejecimiento artificial.

HE N ° 4

$H1_4$: Existe diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto después de un año de envejecimiento artificial.

$H0_4$: No existe diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto después de un año de envejecimiento artificial.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Metodología de la investigación

Hipotético-deductivo, ya que se partió de un supuesto que fue probada experimentalmente, pudiendo tener un resultado que parte de procesos de deducción para ser generalizables (45).

3.2 Enfoque de la investigación

Es cuantitativo, porque se emplearon métodos de recopilación de datos numéricos y estadísticos porque permiten obtener información objetiva y cuantificable, facilitando el análisis y la interpretación de los resultados de manera precisa y sistemática (45).

3.3 Tipo de investigación

Aplicada, dado que buscó soluciones prácticas en el campo de la odontología, dando soluciones y no solo conocer el problema o brindar más información sobre el mismo (45).

3.4 Diseño de la investigación

Experimental por el control de variables con manipulación y la intervención directa en las pruebas (46).

3.4.1 Corte: longitudinal, ya que se realizaron las mediciones más de un momento (46).
3.4.2. Nivel: Explicativo, debido a que brindó una relación de dependencia considerando la correspondencia entre las variables (46).

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1 Población

La población fueron 40 barras de acrílicos y 40 cilindros confeccionadas con Triplex y acrílico de alto impacto que cumplan con los criterios considerados con características semejantes.

3.5.2 Muestra

Fue por criterio, determinado considerando la naturaleza experimental del estudio y la necesidad de obtener resultados confiables y reproducibles en la evaluación de las propiedades mecánicas de los materiales. En investigaciones in vitro con biomateriales odontológicos, la muestra no representa individuos, sino unidades experimentales estandarizadas, como especímenes de resina, por lo que su selección responde a criterios técnicos más que probabilísticos.

Donde se dividió en cuatro grupos:

Grupo	Resina	Momento	Flexión (barras)	Compresión (cilindros)	Total, por grupo
G1	Triplex	Antes del envejecimiento	10 barras	10 cilindros	20
G2	Alto impacto	Antes del envejecimiento	10 barras	10 cilindros	20
G3	Triplex	Después (1 año de envejecimiento)	10 barras	10 cilindros	20
G4	Alto impacto	Después (1 año de envejecimiento)	10 barras	10 cilindros	20

3.5.3 Muestreo

No probabilístico intencional, debido a que las unidades experimentales fueron seleccionadas de manera deliberada, considerando que cumplían con las características y criterios técnicos establecidos para el estudio. Este tipo de muestreo es apropiado en

investigaciones experimentales in vitro, donde los especímenes no representan una población humana, sino materiales estandarizados que deben reunir condiciones específicas para garantizar la validez y reproducibilidad de los ensayos. Asimismo, permitió trabajar con muestras homogéneas elaboradas bajo protocolos controlados, asegurando la comparabilidad de los resultados obtenidos. No obstante, se reconoce que este tipo de muestreo puede limitar la generalización de los hallazgos a materiales con características diferentes a las evaluadas en la investigación (45).

Criterios de inclusión

Muestras de resina acrílica (Triplex y de alto impacto) elaboradas bajo condiciones estandarizadas según normas ISO.

Especímenes que presenten dimensiones uniformes y adecuadas para las pruebas de compresión y flexión.

Muestras sin defectos visibles (burbujas, porosidades o fisuras) que puedan alterar los resultados mecánicos.

Criterios de exclusión

Muestras que presenten imperfecciones estructurales o alteraciones durante su fabricación.

Especímenes que no cumplan con las dimensiones establecidas para los ensayos mecánicos.

Muestras que sufran daño o contaminación durante el proceso de manipulación o envejecimiento artificial.

3.6 Variables y operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINCIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	VALOR
Resistencia compresiva (V, dependiente)	Se define como la capacidad del polímero odontológico Triplex para resistir fuerzas de impacto antes de fracturarse. Se medirá a través de pruebas de laboratorio donde se aplicarán fuerzas controladas hasta causar fractura en las muestras. (13).	Capacidad de un material para resistir una fractura cuando se le aplica una fuerza repentina o un golpe brusco. En esta investigación, la resistencia al impacto se evaluará mediante ensayos normalizados	Resistencia compresiva	Resistencia máxima soportada antes de la fractura	Razón	MPa
			Tipo de resina acrílica	Resina evaluada	Nominal	Triplex / Alto impacto
			Envejecimiento artificial	Condición de envejecimiento	Nominal	Antes / Después de un año
Resistencia a la flexión (V. dependiente)	Se define como la capacidad del material odontológico, para deformarse sin fracturarse cuando se le aplica una carga. Esta propiedad es fundamental en el contexto de la odontología, ya que influye en la durabilidad y adaptabilidad (3).	Capacidad del material para soportar una carga gradual o continua sin sufrir deformaciones permanentes o fracturas. Se medirá a través de un ensayo de flexión en tres puntos (norma ISO 178).	Resistencia flexuaral	Resistencia máxima soportada antes de la fractura	Razón	MPa
			Tipo de resina acrílica	Resina evaluada	Nominal	Triplex / Alto impacto
			Envejecimiento artificial	Condición de envejecimiento	Nominal	Antes / Después de un año

3.7 Técnicas de instrumentación de recolección de datos

3.7.1 Técnica

La sistematización de información se llevó a cabo empleando pruebas experimentales realizadas en el laboratorio especializado HIGH TECHNOLOGY SAC, utilizando equipos de ensayo mecánico avanzados, en particular, una máquina universal de ensayo de fuerzas. Este equipo permitió medir de manera precisa la resistencia a la compresión y flexión de las resinas odontológicas Triplex y de alto impacto. Las pruebas se realizaron siguiendo los procedimientos estándar establecidos por las normas internacionales de la Organización Internacional de Normalización (ISO), garantizando la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Fases del Procedimiento:

Fase 1: Preparación de las Muestras Iniciales: Se prepararon un total de 40 muestras para las pruebas experimentales. Las muestras se dividirán en dos grupos principales, correspondientes a los dos tipos de resinas en estudio:

- Resina odontológica Triplex: 20 muestras (10 cubos para compresión y 10 barras para flexión).
- Resina de alto impacto: 20 muestras (10 cubos para compresión y 10 barras para flexión).

Fase 2: Pruebas Iniciales (Antes del Envejecimiento Artificial): Las muestras de resina odontológica Triplex y de alto impacto fueron sometidas a pruebas de compresión y flexión en su estado original, sin someterlas a envejecimiento artificial. Para estas pruebas se utilizaron cubos y barras con las siguientes especificaciones:

- Pruebas de compresión: Se utilizaron cubos con dimensiones de 25 mm x 25 mm x 25 mm para ambas resinas (Triplex y alto impacto), con 10 muestras por cada tipo de material.

- Pruebas de flexión: Se utilizaron barras con dimensiones de 80 mm de largo x 10 mm de ancho x 4 mm de espesor para ambas resinas, con 10 muestras por cada tipo de material.

Durante estas pruebas, se medirán los siguientes parámetros:

- Resistencia máxima (en megapascales, MPa)
- Deformación y elasticidad (deformación máxima antes de la fractura)

Fase 3: Envejecimiento Artificial de las Muestras: Las muestras se sometieron a un régimen experimental de envejecimiento artificial en condiciones controladas, simulando el paso del tiempo en un entorno oral. Este proceso se realizó bajo condiciones específicas de humedad y temperatura, con el objetivo de reproducir los efectos del envejecimiento de los materiales en el uso clínico. Las muestras estuvieron expuestas a ciclos térmicos y humedad, con el fin de simular los factores ambientales que afectan la durabilidad de las resinas.

Este envejecimiento artificial se llevó a cabo durante un periodo de un año, siguiendo las especificaciones técnicas establecidas en el protocolo de envejecimiento artificial de materiales odontológicos.

Fase 4: Pruebas Posteriores al Envejecimiento Artificial: Después del periodo de envejecimiento artificial, las muestras fueron nuevamente sometidas a pruebas de compresión y flexión para evaluar cualquier cambio en sus propiedades mecánicas. Para estas pruebas, se utilizaron nuevamente las mismas dimensiones de cubos y barras que en las pruebas iniciales:

- Cubos para compresión: Dimensiones de 25 mm x 25 mm x 25 mm
- Barras para flexión: Dimensiones de 80 mm x 10 mm x 4 mm

Los parámetros que se midieron fueron los mismos que en las pruebas iniciales, es decir:

- Resistencia máxima (en megapascales, MPa)
- Deformación y elasticidad (deformación máxima antes de la fractura)

Normas Internacionales de Referencia:

Para asegurar la uniformidad y la precisión de las pruebas, se siguieron las siguientes normas internacionales:

- **ISO 604:2017** – "Plásticos - Determinación de la resistencia a la compresión" para las pruebas de compresión.
- **ISO 178:2019** – "Plásticos - Determinación de las propiedades mecánicas en flexión" para las pruebas de flexión.

Procedimiento Detallado de las Pruebas:

Prueba de Compresión: En cada prueba de compresión, se colocó un cubo de 25 mm de lado en la máquina universal de ensayo. La máquina aplicó una carga gradual sobre el cubo hasta que se produjo la fractura. Durante la prueba, se registraron los siguientes datos:

- Resistencia máxima, medida en megapascales (MPa), alcanzada en el momento de la fractura.
- Deformación máxima, es decir, el cambio en el volumen o forma del cubo antes de la fractura.

Prueba de Flexión: En cada prueba de flexión, se colocó una barra de 80 mm de largo x 10 mm de ancho x 4 mm de espesor en la máquina universal de ensayo. La barra se posicionó de forma que el esfuerzo de flexión se aplicó de manera uniforme sobre el centro de la barra. Durante esta prueba, se medirán los siguientes parámetros:

- Resistencia máxima (en megapascales, MPa) alcanzada en el momento de la fractura.
- Deformación máxima, es decir, el grado de curvatura de la barra antes de que se rompa.
- Módulo de elasticidad, que indica la capacidad de la barra para recuperar su forma original después de aplicar la carga.

Control de Variables y Calibración de Equipos:

Durante todas las pruebas, el entorno experimental permaneció bajo condiciones ambientales normalizadas según la normativa ISO. mencionadas. Además, antes de realizar cada prueba, se llevó a cabo una calibración de la máquina universal de ensayo para garantizar la precisión en la cuantificación del desempeño mecánico de los especímenes.

3.7.2 Descripción del instrumento

Correspondió a una ficha destinada al registro de las mediciones de una máquina de ensayo universal (como el Instron o similar) que cuenta con capacidad para aplicar fuerzas precisas controladas y registrar automáticamente los valores obtenidos durante las pruebas. Las probetas (muestras de los materiales Triplex y acrílico) se colocó en esta máquina, donde se les aplicó una fuerza creciente hasta su fractura. Los datos que se recolectaron incluyeron la fuerza máxima soportada antes de la fractura y el nivel de deformación elástica.

Procedimiento

Selección de muestras: Se eligió las resinas odontológicas Triplex y de alto impacto, que se prepararon en forma de muestras estándar, generalmente de acuerdo con normas internacionales.

Envejecimiento artificial: Las muestras se sometieron a un proceso de envejecimiento artificial, que simuló el paso del tiempo en condiciones de uso diario. Esto se hace mediante ciclos de exposición a factores como la luz, humedad y temperatura, imitando las condiciones orales del paciente durante un tiempo determinado.

Pruebas de resistencia a la compresión: Después de someter las resinas al envejecimiento, se realizó una prueba de compresión. Este ensayo se lleva a cabo aplicando una carga controlada a las muestras hasta que se deforman o fracturan. El objetivo es medir la máxima

resistencia que las resinas pueden soportar antes de la fractura o deformación permanente. Los resultados se analizaron en términos de la fuerza máxima (en MPa) y la deformación plástica.

Pruebas de flexión: Para medir la flexibilidad, las probetas fueron igualmente evaluadas mediante ensayos de comportamiento flexural. En este caso, se aplicó una carga en el centro de la muestra para observar la cantidad de flexión que puede soportar antes de que se rompa o deforme permanentemente.

3.7.3 Validación

El presente estudio no requirió un proceso formal de validación del instrumento, debido a que se empleó una ficha de registro de datos como herramienta de recolección. Este tipo de instrumento tiene carácter estructurado y descriptivo, ya que su función es únicamente consignar y organizar los valores obtenidos directamente de los equipos de medición, sin implicar interpretación subjetiva.

3.7.4 Confiabilidad

Estuvo garantizada por la precisión y consistencia de los instrumentos empleados para cuantificar las propiedades mecánicas, específicamente la resistencia compresiva y la capacidad flexural, empleándose para su determinación un equipo universal de ensayos mecánicos debidamente calibrada y certificada, así como una cámara de envejecimiento artificial que cumplió con estándares internacionales (normas ISO).

Asimismo, se aseguró la estandarización de las condiciones experimentales (temperatura, humedad y velocidad de aplicación de carga), con el fin de minimizar variaciones externas que pudieran afectar los resultados. Los equipos fueron operados por personal capacitado,

siguiendo protocolos técnicos establecidos, lo que permitió reducir errores sistemáticos y aleatorios durante el proceso de medición.

3.8 Procesamiento y análisis de datos

Se utilizaron bases de datos, tablas de frecuencia y gráficos a través del programa Excel, y se empleará el software estadístico SPSS para el análisis. Para evaluación de las diferencias de mediciones se recurrirá a la prueba de T de Student para comparar las medias de dos grupos independientes y la prueba de Anova cuando correspondió a la comparación de más de dos grupos. Estos análisis permitieron determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en las propiedades evaluadas, específicamente la resistencia compresiva y la resistencia a la flexión, entre los grupos de estudio.

3.9 Aspectos éticos

La investigación en cualquier área, como la odontología y la medicina, se llevó a cabo de manera ética, cumpliendo con los principios fundamentales que garantizan la integridad del proceso investigativo y la validez de los resultados. Aunque el estudio no implicó la participación directa de pacientes, sino el uso de muestras experimentales, se mantuvieron las consideraciones éticas pertinentes. En este sentido, se respetaron los principios de rigor científico, responsabilidad en el manejo de los materiales y transparencia en la obtención y análisis de los datos, asegurando el cumplimiento de las normas éticas aplicables a la investigación.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados

Tabla 1. Comparación de la resistencia compresiva y flexión entre resina odontológica Triplex y de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, 2026

		Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Compresión	**Resina triplex**	84.71	5.7078	1.805
	Resina de alto impacto	73.8	7.6352	2.4144
Flexión	**Resina triplex**	74.109	5.4353	1.7188
	Resina de alto impacto	60.867	5.6917	1.7999

En la tabla 1 se aprecia la comparación de la resistencia compresiva y flexión entre resina odontológica Triplex y de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, en cuanto a la compresión la resina triplex presenta una media de 84.71, desviación estándar de 5.7078, la resina de alto impacto con una media de 73.8, desviación estándar de 7.6352, en lo concerniente a la flexión la resina triplex presenta una media de 74.109, desviación estándar de 5.4353, la resina de alto impacto con una media de 60.867, desviación estándar de 5.6917

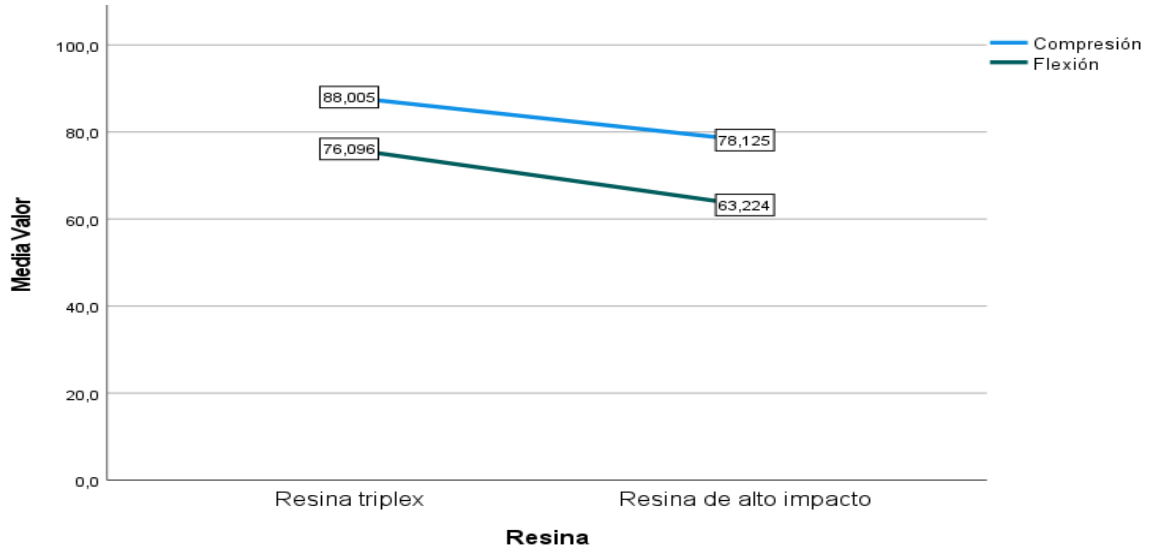


Figura 1. Comparación de la resistencia compresiva y flexión entre resina odontológica Triplex y de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, 2026

Tabla 2. Resistencia compresiva y la resistencia a la flexión de la resina odontológica Triplex y de alto impacto, antes del envejecimiento artificial

		Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Compresión	**Resina triplex**	91.3	6.5308	2.0652
	Resina de alto impacto	76.45	6.2235	1.968
Flexión	**Resina triplex**	78.082	5.0885	1.6091
	Resina de alto impacto	65.581	6.7512	2.1349

En la tabla 2 se observa la resistencia compresiva y la resistencia a la flexión de la resina odontológica Triplex y de alto impacto, antes del envejecimiento artificial, respecto a la compresión la resina triplex presenta una media de 91.3, desviación estándar de 6.5308, la resina de alto impacto con una media de 76.45, desviación estándar de 6.2235, en lo concerniente a la flexión la resina triplex presenta una media de 78.082, desviación estándar de 5.0885, la resina de alto impacto con una media de 65.581, desviación estándar de 6.7512.

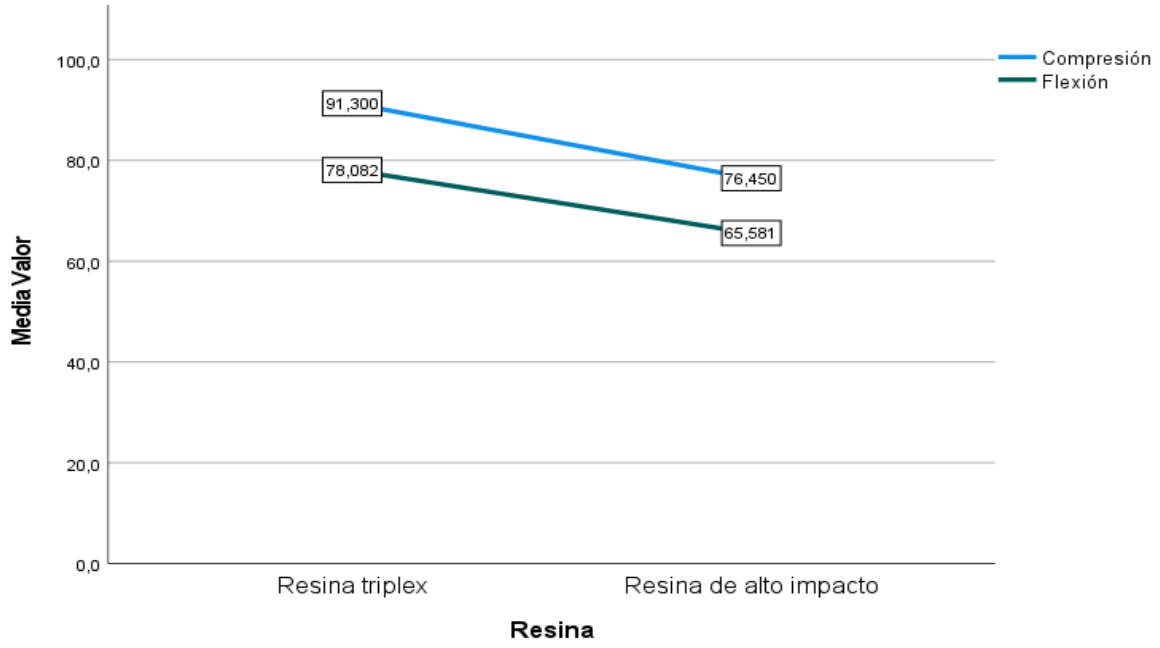


Figura 2. Resistencia compresiva y la resistencia a la flexión de la resina odontológica Triplex y de alto impacto, antes del envejecimiento artificial

Tabla 3. Resistencia compresiva y la resistencia a la flexión de la resina odontológica Triplex y de alto impacto, después de un año de envejecimiento artificial

		Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Compresión	**Resina triplex**	84.71	5.7078	1.805
	Resina de alto impacto	73.8	7.6352	2.4144
Flexión	**Resina triplex**	74.109	5.4353	1.7188
	Resina de alto impacto	60.867	5.6917	1.7999

En la tabla 3 se aprecia el desempeño de resistencia compresiva y la resistencia a la flexión de la resina odontológica Triplex y de alto impacto, después de un año de envejecimiento artificial, respecto a la compresión la resina triplex presenta una media de 84.71, desviación estándar de 5.7078, la resina de alto impacto con una media de 73.8, desviación estándar de 7.6352, en lo concerniente a la flexión la resina triplex presenta un promedio de 74.109, dispersión de 5.4353, la resina de alto impacto con una media de 60.867, desviación estándar de 5.6917.

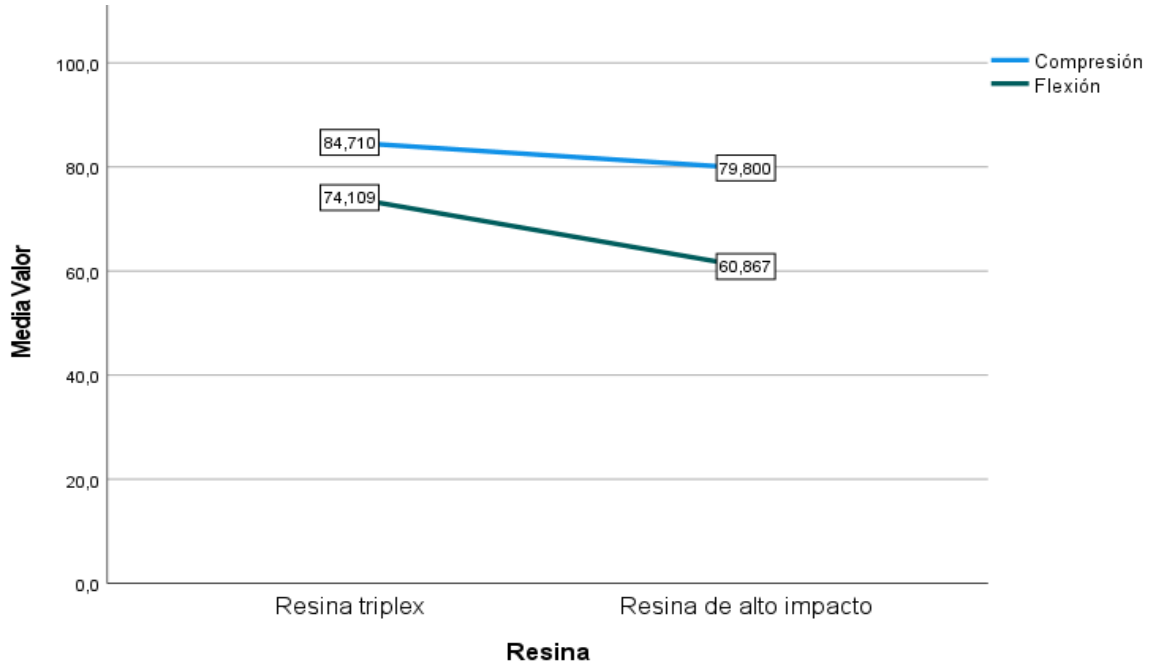


Figura 3. Resistencia compresiva y la resistencia a la flexión de la resina odontológica Triplex y de alto impacto, después de un año de envejecimiento artificial

Tabla 4. Variación de la resistencia compresiva en la resina odontológica Triplex y de alto impacto, entre el antes y el después del envejecimiento artificial

		Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Resina triplex	**Con termociclado**	84.71	5.7078	1.805
	Sin termociclado	91.3	6.5308	2.0652
Resina de alto impacto	**Con termociclado**	73.8	7.6352	2.4144
	Sin termociclado	76.45	6.2235	1.968

En la tabla 4 se aprecia la variación de la resistencia compresiva en la resina odontológica Triplex y de alto impacto, entre el antes y el después del envejecimiento artificial, respecto a la resina triplex cuando se encuentra con termociclado presenta una media de 84.71, desviación estándar de 5.7078, sin termociclado presenta una media de 91.3, desviación estándar de 6.5308, la resina de alto impacto con termociclado presenta una media de 73.8, desviación estándar de 7.6352, sin termociclado presenta una media de 76.45, desviación estándar de 6.2235.

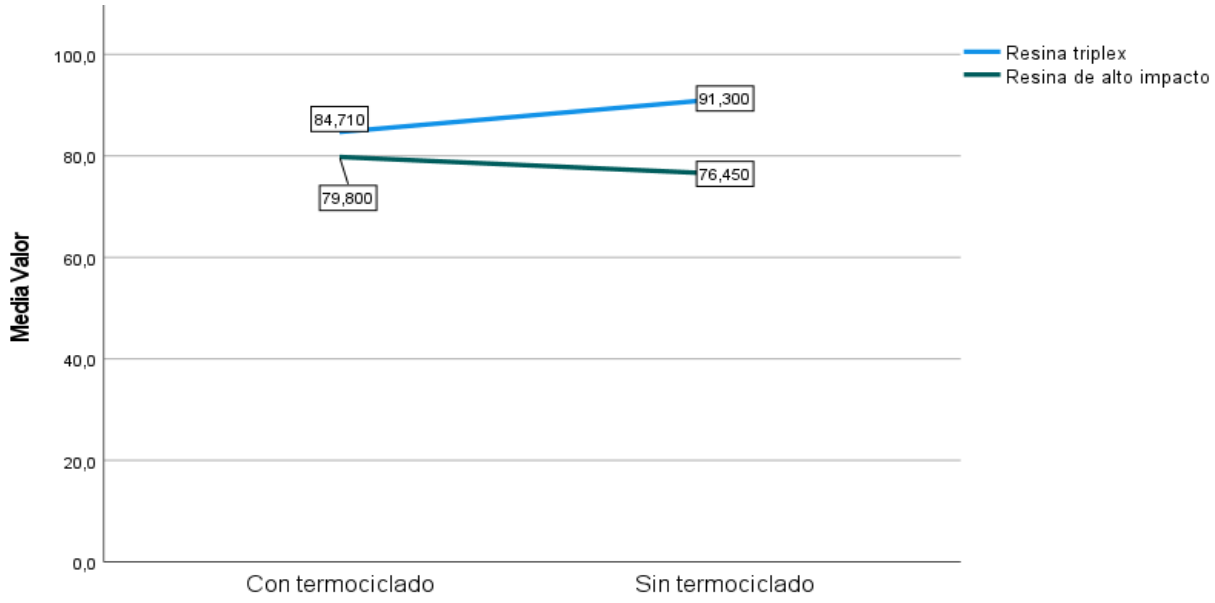


Figura 4. Variación de la resistencia compresiva en la resina odontológica Triplex y de alto impacto, entre el antes y el después del envejecimiento artificial

Tabla 5. Variación de la resistencia a la flexión en la resina odontológica Triplex y de alto impacto, entre el antes y el después del envejecimiento artificial

		Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Resina triplex	**Con termociclado**	74.109	5.4353	1.7188
	Sin termociclado	78.082	5.0885	1.6091
Resina de alto impacto	**Con termociclado**	60.867	5.6917	1.7999
	Sin termociclado	65.581	6.7512	2.1349

En la tabla 5 se aprecia la variación de la resistencia a la flexión en la resina odontológica Triplex y de alto impacto, entre el antes y el después del envejecimiento artificial, respecto a la resina triplex cuando se encuentra con termociclado presenta una media de 74.109, desviación estándar de 5.4353, sin termociclado presenta una media de 78.082, desviación estándar de 5.0885, la resina de alto impacto con termociclado presenta una media de 60.867, desviación estándar de 5.6917, sin termociclado presenta una media de 65.581, desviación estándar de 6.7512.

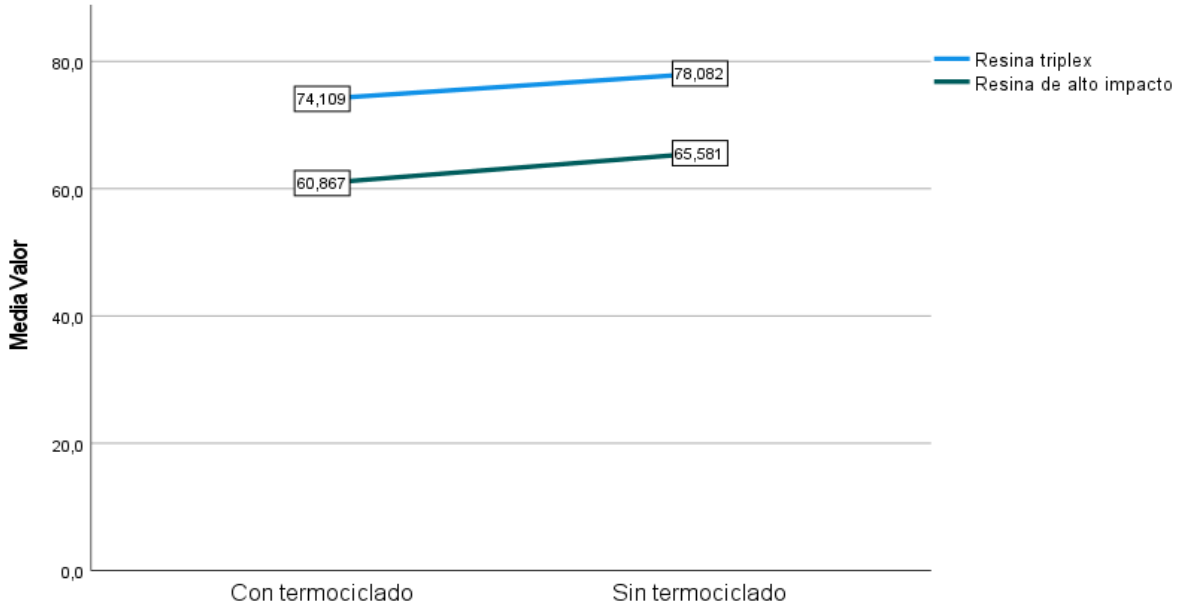


Figura 5. Variación de la resistencia a la flexión en la resina odontológica Triplex y de alto impacto, entre el antes y el después del envejecimiento artificial

Prueba de normalidad

Tabla N ° 6: Shapiro Wilk

		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Compresión	**Resina triplex**	0.947	20	0.325
	Resina de alto impacto	0.921	20	0.105
Flexión	**Resina triplex**	0.987	20	0.990
	Resina de alto impacto	0.974	20	0.839

Fuente: Elaboración propia

4.2 Contrastación de hipótesis

Prueba de hipótesis general

Ha: Existe una diferencia significativa en la resistencia compresiva y flexión entre resina odontológica Triplex y de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro

Ho: No existe una diferencia significativa en la resistencia compresiva y flexión entre resina odontológica Triplex y de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro

Nivel de Significancia: 0.05.

Estadístico de prueba: T de student, debido a que los datos de la resistencia a la compresión y flexión de la resina Triplex y de alto impacto tienen distribución normal (Ver Tabla N° 6).

Toma de decisión:

Se constato la diferencia significativa en la resistencia compresiva y flexión entre resina odontológica Triplex y de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial se obtuvo respecto a la compresión un p-valor de 0.000 ($p<0.05$) y a la flexión un p-valor de 0.000 ($p<0.05$), en conclusión, existe una diferencia significativa en la resistencia compresiva y flexión entre resina odontológica Triplex y de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro. (Tabla N° 7).

Tabla N° 7: Resistencia compresiva y flexión entre resina odontológica Triplex y de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro

	Prueba t para la igualdad de medias					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% IC	
					Inferior	Superior
Compresión	4,510	37,986	0.000	9.88	5.4452	14.3148
Flexión	6,728	36,945	0.000	12.8715	8.9951	16.7479

Fuente: Elaboración propia

Prueba de hipótesis específica 1

H1: Existe diferencia significativa en la resistencia compresiva y en la resistencia a la flexión entre la resina odontológica Triplex y la resina de alto impacto, antes del envejecimiento artificial.

H0: No existe diferencia significativa en la resistencia compresiva ni en la resistencia a la flexión entre la resina odontológica Triplex y la resina de alto impacto, antes del envejecimiento artificial.

Nivel de Significancia: es de 0.05.

Estadístico de prueba: T de Student

Toma de decisión:

La diferencia significativa en la resistencia compresiva ni en la resistencia a la flexión entre la resina odontológica Triplex y la resina de alto impacto, antes del envejecimiento artificial, en la compresión con un p-valor de 0.000 ($p<0.05$) y a la flexión un p-valor de 0.000 ($p<0.05$), en conclusión, existe diferencia significativa en la resistencia compresiva y en la resistencia a la flexión entre la resina odontológica Triplex y la resina de alto impacto, antes del envejecimiento artificial. (Tabla N° 8).

Tabla N° 8: Resistencia compresiva y en la resistencia a la flexión entre la resina odontológica Triplex y la resina de alto impacto, antes del envejecimiento artificial

	Prueba t para la igualdad de medias					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% IC Inferior	95% IC Superior
Compresión	5,205	18	0.000	14.8500	8.8556	20.8444
Flexión	4,676	16,731	0.000	12.5010	6.8537	18.1483

Fuente: Elaboración propia

Prueba de hipótesis específica 2

H1: Existe diferencia significativa en la resistencia compresiva y en la resistencia a la flexión entre la resina odontológica Triplex y la resina de alto impacto, después de un año de envejecimiento artificial.

H0: No existe diferencia significativa en la resistencia compresiva ni en la resistencia a la flexión entre la resina odontológica Triplex y la resina de alto impacto, después de un año de envejecimiento artificial.

Nivel de Significancia: es de 0.05.

Estadístico de prueba: T de Student

Toma de decisión:

Se constató la diferencia significativa en la resistencia compresiva ni en la resistencia a la flexión entre la resina odontológica Triplex y la resina de alto impacto, después del envejecimiento artificial, en la compresión con un p-valor de 0.122 ($p>0.05$) y a la flexión un p-valor de 0.000 ($p<0.05$), en conclusión, no existe diferencia significativa en la resistencia compresiva ni en la resistencia a la flexión entre la resina odontológica Triplex y la resina de alto impacto, después de un año de envejecimiento artificial. (Tabla N° 9).

Tabla N° 9: Resistencia compresiva ni en la resistencia a la flexión entre la resina odontológica Triplex y la resina de alto impacto, después de un año de envejecimiento artificial

	Prueba t para la igualdad de medias					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% IC	
					Inferior	Superior
Compresión	1,629	18	0.122	4.9100	-1.4599	11.2799
Flexión	5,321	18	0.000	13.2420	8.0134	18.4706

Fuente: Elaboración propia

Prueba de hipótesis específica 3

H1: Existe variación significativa en la resistencia compresiva de la resina odontológica Triplex y de la resina de alto impacto entre el antes y el después del envejecimiento artificial.

H0: No existe variación significativa en la resistencia compresiva de la resina odontológica Triplex y de la resina de alto impacto entre el antes y el después del envejecimiento artificial.

Nivel de Significancia: es de 0.05.

Estadístico de prueba: correlación de Spearman

Toma de decisión:

La resistencia compresiva de la resina odontológica Triplex ni de la resina de alto impacto entre el antes y el después del envejecimiento artificial, en la resina Triplez con un p-valor de 0.0.027 ($p<0.05$) y la resina de alto impacto un p-valor de 0.296 ($p>0.05$), en conclusión, existe variación significativa en la resistencia compresiva de la resina odontológica Triplex

y de la resina de alto impacto entre el antes y el después del envejecimiento artificial. (Tabla N° 10).

Tabla N° 10: Resistencia compresiva de la resina odontológica Triplex y de la resina de alto impacto entre el antes y el después del envejecimiento artificial

	Prueba t para la igualdad de medias					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% IC Inferior	95% IC Superior
Resina triplex	-2,403	18	0.027	-6.5900	-12.3524	-0.8276
Resina de alto impacto	-1,075	18	0.296	3.3500	-3.1942	9.8942

Fuente: Elaboración propia

Prueba de hipótesis específica 4

H1: Existe variación significativa en la resistencia a la flexión en la resina odontológica Triplex y de alto impacto, entre el antes y el después del envejecimiento artificial.

H0: No existe variación significativa en la resistencia a la flexión en la resina odontológica Triplex y de alto impacto, entre el antes y el después del envejecimiento artificial.

Nivel de Significancia: es de 0.05.

Estadístico de prueba: correlación de Spearman,

Toma de decisión:

La resistencia a la flexión de la resina odontológica Triplex y de la resina de alto impacto entre el antes y el después del envejecimiento artificial, en la resina Triplez con un p-valor de 0.109 ($p>0.05$) y la resina de alto impacto un p-valor de 0.109 ($p>0.05$), en conclusión, no existe variación significativa en la resistencia a la flexión de la resina odontológica

Triplex y de la resina de alto impacto entre el antes y el después del envejecimiento artificial. (Tabla N° 11).

Tabla N° 11: Resistencia a la flexión en la resina odontológica Triplex y de alto impacto, entre el antes y el después del envejecimiento artificial

	Prueba t para la igualdad de medias					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% IC Inferior	95% IC Superior
Resina triplex	-1,687	18	0.109	-3.973	-8.9196	0.9736
Resina de alto impacto	-1,688	18	0.109	-4.714	-10.5806	1.1526

Fuente: Elaboración propia

4.3 Discusión

La presente investigación tuvo como objetivo general comparar la resistencia compresiva y la resistencia a la flexión entre la resina odontológica Triplex y la resina de alto impacto sometidas a envejecimiento artificial in vitro, encontrándose diferencias significativas entre ambos materiales en favor de la resina Triplex tanto en compresión como en flexión, incluso después del proceso de envejecimiento. Estos resultados permiten inferir que la estabilidad mecánica del material no depende únicamente de su clasificación comercial (convencional o de alto impacto), sino principalmente de su estructura polimérica, grado de conversión, densidad de entrecruzamiento y susceptibilidad a la degradación hidrolítica. En ese sentido, la literatura reporta resultados parcialmente coincidentes, como los de Martínez-Huacho (11)

y León (13), quienes señalan que las resinas acrílicas termopolimerizables pueden presentar alta resistencia flexural debido a una matriz polimérica más homogénea y menos porosa, lo cual favorece la distribución de cargas mecánicas. Sin embargo, otros estudios como García et al. (12) y Cunya Criollo (15) sostienen que las resinas de alto impacto presentan mejores propiedades mecánicas globales debido a la incorporación de modificadores elastoméricos, lo cual incrementa su tenacidad y capacidad de absorción de energía. Esta discrepancia con los hallazgos del presente estudio podría explicarse por diferencias en la formulación específica de la resina de alto impacto evaluada, ya que no todos los materiales de esta categoría presentan la misma proporción de fases elastoméricas ni el mismo grado de compatibilización entre matriz y refuerzo, lo cual influye directamente en la transmisión de esfuerzos internos y en la aparición de microfracturas.

Asimismo, un factor determinante que podría explicar la mayor resistencia observada en la resina Triplex es el grado de polimerización alcanzado durante su fabricación. Diversos autores han señalado que las resinas termopolimerizables bien procesadas presentan menor cantidad de monómero residual, lo que reduce la plasticización del polímero y mejora su rigidez estructural (14). En contraste, algunas resinas de alto impacto pueden presentar mayor heterogeneidad en la distribución del copolímero elastomérico, generando zonas de diferente módulo elástico que, bajo carga, actúan como puntos de concentración de estrés. Este fenómeno podría haber contribuido a la menor resistencia observada en flexión y compresión en el presente estudio, especialmente tras el envejecimiento artificial.

En relación con el primer objetivo específico, los resultados antes del envejecimiento artificial mostraron que la resina Triplex presentó mayores valores de resistencia compresiva y flexural en comparación con la resina de alto impacto. Este hallazgo coincide con lo descrito por Martínez-Huacho (11), quien reporta que la resistencia a la flexión en resinas termopolimerizables depende en gran medida de la integridad de la red polimérica y de la

ausencia de defectos internos como porosidades o microgrietas. De manera similar, León (13) señala que los polímeros convencionales pueden presentar un comportamiento mecánico superior en condiciones iniciales cuando el proceso de polimerización es controlado adecuadamente. No obstante, estos resultados difieren de García et al. (12), quienes encontraron mayor resistencia flexural en materiales de reconstrucción reforzados, atribuyéndolo a la presencia de agentes elastoméricos que incrementan la ductilidad del material. Esta diferencia puede explicarse por la variabilidad en los protocolos de manipulación, proporción polvo/líquido, tiempo de polimerización y presión de curado, factores que influyen directamente en la formación de vacíos internos y en la resistencia final del material.

Respecto al segundo objetivo específico, tras un año de envejecimiento artificial, ambos materiales mostraron disminución en sus propiedades mecánicas, siendo más evidente en la resina de alto impacto, especialmente en la resistencia a la flexión. Este patrón concuerda con lo reportado por Flórez-Calao et al. (16), quienes demostraron que el termociclado induce tensiones repetitivas de expansión y contracción térmica, generando fatiga en la matriz polimérica y propagación de microfisuras internas. Este fenómeno es particularmente crítico en materiales heterogéneos, como las resinas de alto impacto, donde la diferencia de comportamiento entre la fase elastomérica y la matriz acrílica puede generar separación interfacial con el tiempo. En contraste, la resina Triplex, al presentar una estructura más uniforme, podría distribuir mejor estas tensiones térmicas, reduciendo la formación de puntos de falla.

Sin embargo, estos hallazgos difieren de Srivastava et al. (18), quienes reportan que las resinas de alto impacto mantienen mejor sus propiedades tras el envejecimiento debido a su capacidad de absorción de energía. Esta discrepancia puede atribuirse a diferencias metodológicas importantes, como el número de ciclos de termociclado, el rango de temperaturas utilizado y

el medio de almacenamiento. En el presente estudio, el envejecimiento simula condiciones más agresivas de degradación hidrolítica, lo cual acelera la lixiviación de componentes plastificantes y debilita la estructura interna del polímero, afectando en mayor medida a materiales con mayor heterogeneidad estructural.

En el tercer objetivo específico, la variación de la resistencia compresiva entre el antes y después del envejecimiento artificial evidenció una disminución significativa en la resina Triplex, mientras que la resina de alto impacto mostró un comportamiento menos uniforme. Este resultado coincide parcialmente con León et al. (19), quienes afirman que la exposición prolongada a ambientes húmedos y ciclos térmicos genera absorción de agua en la matriz polimérica, provocando expansión, plasticización y reducción de la resistencia compresiva. La absorción de agua es un factor crítico porque actúa como agente separador entre cadenas poliméricas, debilitando las fuerzas intermoleculares y reduciendo la rigidez estructural. En contraste, Cunya Criollo (15) encontró que las resinas de alto impacto presentan mejor estabilidad compresiva, lo cual podría deberse a una mayor presencia de fases elastoméricas que amortiguan las tensiones internas. Sin embargo, en el presente estudio, esta ventaja no se evidenció, posiblemente porque la degradación hidrolítica afectó la interfaz entre fases, generando pérdida de cohesión estructural.

Finalmente, en el cuarto objetivo específico, la resistencia a la flexión mostró una disminución más marcada en la resina de alto impacto tras el envejecimiento, lo cual sugiere una mayor susceptibilidad a la fatiga estructural. Estando alineado con García et al. (17), quienes indican que la resistencia flexural es altamente sensible a la formación de microdefectos acumulativos, especialmente en materiales poliméricos sometidos a cargas repetitivas o cambios térmicos. Asimismo, Martínez-Huacho (11) señala que la flexión es una propiedad crítica porque depende simultáneamente de la cohesión molecular, la integridad superficial y la ausencia de defectos internos, por lo que cualquier alteración microscópica puede traducirse en una

disminución significativa de la resistencia. No obstante, estos resultados difieren de Srivastava et al. (18), quienes reportan mayor estabilidad flexural en resinas de alto impacto. Esta diferencia puede explicarse por el tipo de agente elastomérico incorporado, ya que ciertos modificadores pueden degradarse más rápidamente bajo condiciones de termociclado, perdiendo su capacidad de reforzamiento y generando un efecto contrario al esperado.

En conjunto, las diferencias observadas entre el presente estudio y la literatura pueden atribuirse a múltiples factores interrelacionados, como la composición química específica de las resinas evaluadas, el grado de polimerización, la presencia de monómero residual, la calidad de la interfaz entre fases poliméricas, así como la severidad del protocolo de envejecimiento artificial aplicado. Estos elementos determinan la respuesta mecánica final del material y explican por qué, en condiciones controladas in vitro, una resina convencional como Triplex puede superar en desempeño a una resina clasificada como de alto impacto bajo determinadas condiciones experimentales.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

PRIMERA: Se identificó una variación significativa entre la resistencia a la compresión y en la resistencia a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto sometidas a envejecimiento artificial *in vitro*. La resina Triplex presentó valores promedio superiores en ambas propiedades mecánicas, con diferencias significativas tanto para la compresión ($p < 0,001$) como para la flexión ($p < 0,001$).

SEGUNDA: Antes del envejecimiento artificial, la resina acrílica Triplex presentó una mayor resistencia a la compresión que la resina acrílica de alto impacto, con valores promedio de 91,30 y 76,45, respectivamente. Asimismo, exhibió una mayor capacidad para soportar esfuerzos flexurales, con valores promedio de 78,082 y 65,581, respectivamente. En ambos casos, las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0,001$).

TERCERA: Después de un año de envejecimiento artificial, la resina acrílica Triplex mantuvo valores promedio superiores a la resina acrílica de alto impacto tanto en resistencia a la compresión como en resistencia a la flexión. No obstante, la diferencia entre ambos materiales fue estadísticamente significativa únicamente para la resistencia a la flexión ($p < 0,001$), mientras que para la resistencia a la compresión no se evidenció diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,122$).

CUARTA: La resistencia a la compresión de la resina acrílica Triplex presentó una disminución estadísticamente significativa después del envejecimiento artificial, pasando de una media de 91,30 a 84,71 ($p = 0,027$). En cambio, la resina acrílica de alto impacto presentó una disminución de 76,45 a 73,80, pero esta variación no fue estadísticamente significativa ($p = 0,296$).

QUINTA: La resistencia a la flexión disminuyó después del envejecimiento artificial tanto en la resina acrílica Triplex como en la resina acrílica de alto impacto. Sin embargo, estas

variaciones no alcanzaron significancia estadística en ninguno de los dos materiales (p = 0,109 para ambos), por lo que no se evidenció una modificación estadísticamente significativa de la resistencia flexural tras el proceso de envejecimiento artificial

5.2 Recomendaciones

1. Considerar la resina acrílica Triplex como una alternativa para la elaboración de prótesis dentales cuando se requieran mayores valores de resistencia a la compresión y a la flexión, debido a que en el presente estudio presentó valores promedio superiores a los obtenidos con la resina acrílica de alto impacto.
2. Evaluar el comportamiento mecánico de las resinas acrílicas mediante diferentes protocolos de envejecimiento artificial, con la finalidad de identificar modificaciones en sus propiedades mecánicas y obtener información sobre su comportamiento ante condiciones prolongadas de uso.
3. Estandarizar los procedimientos de elaboración, polimerización, acondicionamiento y almacenamiento de las resinas acrílicas durante las investigaciones experimentales, con el propósito de disminuir factores que puedan generar variabilidad en los resultados.
4. Incorporar métodos de envejecimiento artificial, como el termociclado, mediante protocolos estandarizados que permitan evaluar de manera controlada los cambios que pueden experimentar los materiales protésicos frente a variaciones térmicas.
5. Desarrollar futuras investigaciones en que comparen las resinas acrílicas Triplex y de alto impacto mediante la valoración de otras cualidades físico-mecánicas, así como diferentes períodos y condiciones de envejecimiento artificial, con el propósito de ampliar la evidencia científica sobre el comportamiento de estos materiales bajo condiciones experimentales que simulen el entorno oral.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Limírio JPO, Gomes JML, Rezende MCR, Lemos CAA, Rosa CDDR, Pellizzer EP. Mechanical properties of polymethyl methacrylate as a denture base: Conventional versus CAD-CAM resin—A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. J Prosthet Dent. 2022;128(6):1221-1229. doi:10.1016/j.prosdent.2021.03.018.
2. Khan AA, Fareed MA, Alshehri AH, Aldegheishem H, Alharthi R, Saadaldin SA, et al. Mechanical Properties of the Modified Denture Base Materials and Polymerization Methods: A Systematic Review. Int J Mol Sci. 2022;23(10):5737. doi:10.3390/ijms23105737.
3. Fouda SM, Gad MM, Ellakany P, Al Ghamdi MA, Khan SQ, Akhtar S, et al. Flexural Properties, Impact Strength, and Hardness of Nanodiamond-Modified PMMA Denture Base Resin. Int J Biomater. 2022;2022:6583084. doi:10.1155/2022/6583084.
4. Le Bars P, Bandiaky ON, Le Guéhennec L, Clouet R, Kouadio AA. Different Polymers for the Base of Removable Dentures? Part I: A Narrative Review of Mechanical and Physical Properties. Polymers (Basel). 2023;15(17):3495. doi:10.3390/polym15173495.
5. Lee HH, Lee CJ, Asaoka K. Correlation in the mechanical properties of acrylic denture base resins. Dent Mater J. 2012;31(1):157-164.
6. Hamanaka I, Shimizu H, Takahashi Y. Effect of thermal cycling on mechanical properties of injection-molded thermoplastic denture base resins. Acta Odontol Scand. 2013;71(1):85-91.
7. Khan AA, Fareed MA, Alshehri AH, et al. Mechanical Properties of the Modified Denture Base Materials and Polymerization Methods: A Systematic Review. International Journal of Molecular Sciences. 2022;23(10):5737. doi:10.3390/ijms23105737.

8. Zogheib LV, Kouadio AA, et al. Different Polymers for the Base of Removable Dentures? Part I: A Narrative Review of Mechanical and Physical Properties. Polymers. 2023;15(17):3495. doi:10.3390/polym15173495.
9. Yu HJ, Kang YJ, Park Y, Kim H, Kim JH. A comparison of the mechanical properties of 3D-printed, milled, and conventional denture base resin materials. Dental Materials Journal. 2024;43(6):813-821. doi:10.4012/dmj.2024-080.
10. Altarazi A, Haider J, Alhotan A, Alqhtani N, AlQarni FD, Alharthi M, et al. Impact of Artificial Aging on the Physical and Mechanical Characteristics of Denture Base Materials Fabricated via 3D Printing: A Systematic Review. *International Journal of Biomaterials*. 2024;2024:8060363. doi:10.1155/2024/8060363.
11. Altarazi A, Haider J, Alhotan A, et al. Impact of Artificial Aging on the Physical and Mechanical Characteristics of Denture Base Materials Fabricated via 3D Printing. International Journal of Biomaterials. 2024;2024:8060363.
12. Martínez-Huacho NC. Resistencia a la flexión de resinas acrílicas termopolimerizables usadas en la fabricación de prótesis totales. Rev Odontol Univ Cienc Sur. 2015;3(1):280–287. Disponible en: https://doi.org/10.21142/2523-2754-0301-2015-280-287 revistas.cientifica.edu.pe
13. García et al. Estudio comparativo de la resistencia flexural de dos materiales utilizados para la reconstrucción de muñones. Pol. Con. (Edición núm. 29) Vol. 4, No 1, enero 2019, pp. 40-58. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7164416.pdf Dialnet
14. León FJ. Resistencia flexural de diferentes polímeros utilizados como material provisional en prótesis fija. Tesis profesional, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú; 2024. Disponible en:

https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/9558 Repositorio UNFV+2Repositorio UNFV+2

15. Lazarte C. Resistencia flexural del acrílico Ivoclar Vivadent Triplex Hot de termocurado mediante dos métodos de polimerización. Rev Odontol Univ Cienc Sur. 2023;6(1):1–8. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UWIE_4c08e03e9f0fd88a930052065776ffa7/Details Alicia+2Alicia+2
16. Cunya Criollo C. Comparación de la resistencia a la flexión de una resina para prótesis de polimetilmetacrilato (PMMA) convencional versus una resina de alto impacto. Tesis profesional, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú; 2023. Disponible en: https://repositorio.uwiener.edu.pe/entities/publication/59bd63ff-86a8-40d6-bf92-5bd0e56ed483 repositorio.uwiener.edu.pe
17. Flórez-Calao JF, Suárez-Fajardo IG, Cruz-González AC. Resistencia al impacto de dos acrílicos convencionales y dos de alto impacto para prótesis total. Rev Odontol CES. 2021;34(2):1–9. Disponible en: https://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/view/5264/3349 revistas.ces.edu.co
18. García et al. Evaluación de la resistencia al impacto de distintos tipos de acrílicos utilizados en la fabricación de prótesis dentales. Rev Odontol Univ Cienc Sur. 2023;6(1):9–16. Disponible en: https://pesquisa.bvsalud.org/gim/resource/enauMartinsNetoViviana/biblio-1360260 BVS Salud
19. Srivastava S, et al. Evaluación y comparación de la resistencia al impacto de la resina acrílica convencional, la resina acrílica de alto impacto. J Indian Prosthodont Soc.

2023;23(3):1–7. Disponible en: https://www.j-ips.org/article.asp?issn=0972-4052;year=2023;volume=23;issue=3;spage=1;epage=7;aulast=Srivastava

20. León et al. Evaluación de la resistencia flexural de varios polímeros utilizados en restauraciones provisionales. Rev Esp Prostodoncia. 2022;34(2):1–8. Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-prostodoncia-impresion-oral-295-pdf-S2173586722000082
21. Montes et al. Comparación de la resistencia al impacto de resinas acrílicas de alto impacto para prótesis completas. J Prosthet Dent. 2021;123(5):1–6. Disponible en: https://www.journals.elsevier.com/journal-of-prosthetic-dentistry
22. López C, Fernández R. Propiedades del triplex en aplicaciones dentales. *JP Journals* [Internet]. 2024 [citado 2024 Dic 1]. Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/102430060/jp-journals-10024-3382-libre.pdf
23. Sánchez R, Torres G. Acrílicos de alto impacto en prótesis dentales parciales. *Repositorio Norbert Wiener* [Internet]. 2024 [citado 2024 Dic 1]. Disponible en: https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/10256
24. Gómez F, Vargas T. Evaluación de polímeros en prótesis dentales avanzadas. *Rev Colombiana de Odontología* [Internet]. 2024 [citado 2024 Dic 1];34(1):44-50. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-971X2021000100044
25. López P, Fernández J. Propiedades mecánicas de los acrílicos en odontología. *CESPU Journal* [Internet]. 2024 [citado 2024 Dic 1]. Disponible en: https://repositorio.cespu.pt/handle/20.500.11816/3356
26. Rodríguez J, Sánchez L. Triplex como material innovador en prótesis dentales. *Cybertesis UNMSM* [Internet]. 2024 [citado 2024 Dic 1]. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/5dcea066-8f26-4408-98b4-cb2fdcface8a

27. Fernández S, Martínez C. Comparación de acrílicos de alto impacto y polímeros convencionales. *RDU UNC* [Internet]. 2024 [citado 2024 Dic 1]. Disponible en: https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/23808

28. Altunay R, Vesterinen K, Alander P, Immonen E, Rupp A, Roininen L. Denture reinforcement via topology optimization. *arXiv*. 2023. Disponible en: https://arxiv.org/abs/2309.00396

29. Prause E, Hey J, Beuer F, Yassine J, Hesse B, Weitkamp T, Gerber J, Schmidt F. Microstructural investigation of hybrid CAD/CAM restorative dental materials by micro-CT and SEM. *arXiv*. 2023. Disponible en: https://arxiv.org/abs/2308.07341

30. Oosterbeek RN, Zhang XC, Best SM, Cameron RE. The evolution of the structure and mechanical properties of fully bioresorbable polymer-glass composites during degradation. *arXiv*. 2021. Disponible en: https://arxiv.org/abs/2112.07326

31. Winhard BF, Haida P, Plunkett A, Katz J, Domènech B, Abetz V, Furlan KP, Schneider GA. 4D-Printing of Smart, Nacre-Inspired, Organic-Ceramic Composites. *arXiv*. 2023. Disponible en: https://arxiv.org/abs/2303.09326

32. Brito Ferrer Y, Fernández García JR. Alergia a materiales y fármacos de uso estomatológico. *Enfermedades Alérgicas*. 2023. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Alergias_a_materiales_dentales

33. Mallo Pérez L, Díaz Donado C. Alergia de contacto intraoral a los materiales de uso odontoestomatológico. *Enfermedades Alérgicas*. 2023. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Alergias_a_materiales_dentales

34. Syed M, Chopra R, Sachdev V. Allergic Reactions to Dental Materials: A Systematic Review. *Enfermedades Alérgicas*. 2023. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Alergias_a_materiales_dentales

35. Hernández RS, Collado CF, Lucio PB. Metodología de la Investigación. 6ª ed. México: McGraw-Hill; 2016.
36. Wayne DW. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª ed. Caracas: Limusa; 2017

ANEXOS

Anexo N ° 1

Matrix de consistencia

Título: "Resistencia compresiva y flexión entre resina odontológica Triplex y de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, Lima 2026"				
Formulación del Problema	**Objetivos**	**Hipótesis**	**Variables**	**Diseño metodológico**
Problema General ¿Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión y a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina de alto impacto sometidas a envejecimiento artificial in vitro, Lima, 2026? **Problemas Específicos** 1. ¿Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto antes del envejecimiento artificial? 2. ¿Existe diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto antes del envejecimiento artificial?	**Objetivo General** Comparar la resistencia a la compresión y a la flexión de la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, Lima, 2026. **Objetivos Específicos** 1.- Determinar la diferencia en la resistencia a la compresión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto antes del envejecimiento artificial. 2.- Determinar la diferencia en la resistencia a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto antes del envejecimiento artificial.	**Hipótesis General** Hi: Existe una diferencia significativa en la resistencia a la compresión y a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, Lima, 2026. Ho: No existe una diferencia significativa en la resistencia a la compresión y a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, Lima, 2026. **Hipótesis especificas** **HE N ° 1** **$H1_1$:** Existe diferencia significativa e resistencia a la compresión entre resina acrílica Triplex y la resina acrí de alto impacto antes del envejecimie artificial.	**Variable 1:** Resistencia al impacto **Variable 2:** Flexión	**Método**: Hipotético deductivo **Tipo de Investigación** Aplicada **Diseño de la** **Investigación** Experimental, Longitudinal, relacional **Población** La población serán 30 barras de acrílicos confeccionadas con Triplex y acrílico de alto impacto que cumplan con los criterios

3. ¿Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto después de un año de envejecimiento artificial? 4. ¿Existe diferencia significativa en la resistencia a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto después de un año de envejecimiento artificial?	3.- Determinar la diferencia en la resistencia a la compresión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto después de un año de envejecimiento artificial. 4.- Determinar la diferencia en la resistencia a la flexión entre la resina acrílica Triplex y la resina acrílica de alto impacto después de un año de envejecimiento artificial.	**HE N ° 2** **$H1_2$:** Existe diferencia significativa en resistencia a la flexión entre la res acrílica Triplex y la resina acrílica de impacto antes del envejecimie artificial. **HE N ° 3** **$H1_3$:** Existe variación significativa en resistencia a la compresión entre resina acrílica Triplex y la resina acrí de alto impacto después de un año envejecimiento artificial. **HE N ° 4** **$H1_4$:** Existe diferencia significativa en resistencia a la flexión entre la res acrílica Triplex y la resina acrílica de impacto después de un año envejecimiento artificial.		considerados con características semejantes **Muestra:** La población será la totalidad de la población divida en dos grupos: Grupo I: 15 barras con Triplex Grupo II: 15 barras con acrílico de alto impacto **Muestreo**: No probabilístico por conveniencia

Anexo N ° 2

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Título del Estudio: "Resistencia compresiva y flexión entre resina odontológica Triplex y de alto impacto, sometidas a envejecimiento artificial in vitro, Lima 2026"

Investigador Principal: _____

Fecha: _____

Datos de Pruebas

Número de Muestra	Tipo de Material	Carga Aplicada (N)	Tiempo de Exposición (min)	Resultado (Resistencia en MPa)	Observaciones
1	Triplex				
2	Acrílico de Alto Impacto				
3	Triplex				
4	Acrílico de Alto Impacto				
5	Triplex				
6	Acrílico de Alto Impacto				
7	Triplex				
……	Acrílico de Alto Impacto				
……	Triplex				
40	Acrílico de Alto Impacto				

Anexo N ° 3 Confiabilidad del instrumento

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Metrología

Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión

Certificado de Calibración

LFP - 182 - 2025

Expediente	1056413
Solicitante	HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
Dirección	Jirón Nepentas 364 urb. san silvestre San juan de Lurigancho
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL
Intervalo de Indicaciones	0 N a 5000 N (*)
Resolución	0,01 N
Marca	LIANGONG
Modelo	CMT-5L
Número de Serie	7419
Procedencia	NO INDICA
Clase de Exactitud	NO INDICA
Fecha de Calibración	2025-07-01

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)

La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).

La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área	Responsable del laboratorio
Firmado digitalmente por QUISPE CUSIPUMA Billy Berino FAU 20600283015 soft Fecha: 2025-07-11 19:44:32	Firmado digitalmente por DE LA CRUZ GARCIA Leonardo FAU 20600283015 soft Fecha: 2025-07-11 19:36:18
Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

DM INACAL

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias Nº 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-0820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web:www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dtm/verificar/

INACAL
Instituto Nacional de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión

Certificado de Calibración
LFP – 182 – 2025

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Fecha de Emisión del Documento

Se considera como fecha de emisión del documento la fecha que figura en la firma digital del responsable de área.

Dirección de Metrología

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas Internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO/IEC 17043; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

Sistema Interamericano de Metrología - SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las intercomparaciones realizadas por el SIM.

———————— FIN DEL DOCUMENTO ————————

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1601
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB:www.inacal.gob.pe

Anexo N ° 4 Aprobación del Comité de ética

Universidad Norbert Wiener

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA E INTEGRIDAD CIENTÍFICA

CONSTANCIA DE EXONERACIÓN DE REVISIÓN

Lima, 7 de octubre del 2025.

Autor Responsable:
ELDER MONTANO HERRERA

Exp. Nº: 2453-2025

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y, a la vez, informarle que el Comité Institucional de Ética e Integridad Científica (CIEIC) de la Universidad Privada Norbert Wiener, tras la revisión del expediente presentado, determinó que el siguiente proyecto de investigación **queda EXONERADO de evaluación ética**, al no involucrar intervención directa con seres humanos, animales de experimentación, ni el uso de información sensible que requiera consentimiento informado o medidas adicionales de protección.

Proyecto titulado: "RESISTENCIA AL IMPACTO Y FLEXIÓN ENTRE RESINA ODONTÓLOGICA TRIPLEX Y DE ALTO IMPACTO, SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL INVITRO,2025" Versión Nro. 1, aprobada por el asesor en fecha 02/10/2025

El cual tiene como Autor(es) a:
ELDER MONTANO HERRERA

La exoneración otorgada permite la ejecución del proyecto sin requerir aprobación ética adicional del CIEIC. El investigador asume la responsabilidad de cumplir con los principios de integridad científica y la normativa institucional vigente. En caso de modificaciones que cambien la naturaleza del estudio, deberá solicitarse nuevamente evaluación ética.

El investigador deberá considerar los siguientes puntos detallados a continuación:

- La aprobación otorgada por el CIEIC tiene una **vigencia de veinticuatro (24) meses** contados desde la fecha de emisión del presente documento. Esta vigencia es exclusiva para los procedimientos éticos revisados por el Comité y no sustituye ni aplica a los trámites administrativos ante la Oficina de Grados y Títulos.
- La constancia de aprobación por el CIEIC **no garantiza la aceptación** por parte de las **instituciones** en las que se planea realizar la investigación.
- En caso de requerir una enmienda, entendida como una modificación menor que no altera de manera sustantiva el proyecto exonerado, esta deberá ser presentada al CIEIC y no podrá ejecutarse sin su aprobación previa. Cualquier cambio sustantivo deberá tramitarse como proyecto nuevo ante el CIEIC.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,

Mg. Angelica Karina Minaya Galarreta
Presidente
Comité Institucional de Ética e Integridad Científica
Universidad Privada Norbert Wiener

Avenida Arequipa 440 / Telefono: 939513I

Correo: comite.etica@uwiener.edu.pe

Universidad Norbert Wiener

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA E INTEGRIDAD CIENTÍFICA

APROBACIÓN DE ENMIENDA

Lima, 27 de abril de 2026.

Autor Responsable:
ELDER MONTANO HERRERA

Exp. Nº: 2453-202

De mi consideración:

El Comité Institucional de Ética e Integridad Científica (CIEIC) de la Universidad Privada Norbert Wiener, tras evaluar la solicitud presentada, **APRUEBA LA ENMIENDA** del proyecto, originalmente titulado ""RESISTENCIA AL IMPACTO Y FLEXIÓN ENTRE RESINA ODONTÓLOGICA TRIPLEX Y DE ALTO IMPACTO, SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL INVITRO,2025" y aprobado por el CIEIC el 05/01/2026 Versión N.° 1. El detalle de la enmienda se consigna en la sección "Cambios aprobados"; de ser el caso, se incorpora el nuevo título.

Autor(es):
ELDER MONTANO HERRERA

Cambios aprobados:
Se aprueba la modificación del título ahora será:" "RESISTENCIA COMPRESIVA Y FLEXIÓN ENTRE RESINA ODONTOLÓGICA TRIPLEX Y DE ALTO IMPACTO, SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL IN VITRO, LIMA 2026". Dicha información también estará contemplada en cada fragmento del proyecto.

Alcance de la aprobación:
La aprobación de enmienda confirma que las modificaciones cumplen con las buenas prácticas éticas y no alteran el balance riesgo/beneficio, la idoneidad del equipo de investigación ni la confidencialidad de los datos previamente evaluados.

Obligaciones del investigador

- Esta aprobación no amplía ni modifica la vigencia otorgada en la constancia de aprobación inicial del proyecto; esta se mantiene en todo lo no modificado por la enmienda. Asimismo, los cambios rigen desde la fecha de emisión.
- Para fines administrativos o académicos, debe presentar ambos documentos: la constancia de aprobación del proyecto y la constancia de aprobación de enmienda. Cualquier cambio adicional requiere nueva evaluación del CIEIC.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,



Mg. Angelica Karina Minaya Gabarreta
Presidente
Comité Institucional de Ética e Integridad Científica
Universidad Privada Norbert Wiener

Anexo N ° 5 Carta de aprobación de la institución para recolección de la información



HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

017-2026

EL QUE SUSCRIBE, JEFE DE LABORATORIO

Es grato dirigirme a Ud. Y saludarle a nombre del Laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. Así mismo comunicarle la aceptación para el desarrollo del proyecto de investigación denominado **""RESISTENCIA COMPRESIVA Y FLEXIÓN ENTRE RESINA ODONTOLOGICA TRIPLEX Y DE ALTO IMPACTO, SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL IN VITRO 2026"**; el cuál será realizado por los Sres.:

- Elder Montano Herrera 41707052

Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada Norbert Wiener.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados

Lima, 02 de Febrero del 2026

Ing. Robert Nick Eusebio Teheran
Jefe de Laboratorio

997 123 584 / 949 059 602
laboratoriomec@ensayoshtl.pe
Jr. Nepentas 364, San Juan de Lurigancho - Lima

HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

CONSTANCIA DE EJECUCIÓN
019-2026

EL QUE SUSCRIBE, JEFE DE LABORATORIO

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo a nombre del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
Asimismo, comunicarle la ejecución del proyecto de investigación denominado: **"RESISTENCIA COMPRESIVA Y FLEXIÓN ENTRE RESINA ODONTOLOGICA TRIPLEX Y DE ALTO IMPACTO, SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL IN VITRO 2026"**, que realizó el Sr.:

- Elder Montano Herrera 41707052

Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada Norbert Wiener.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados

Lima, 19 de Febrero del 2026

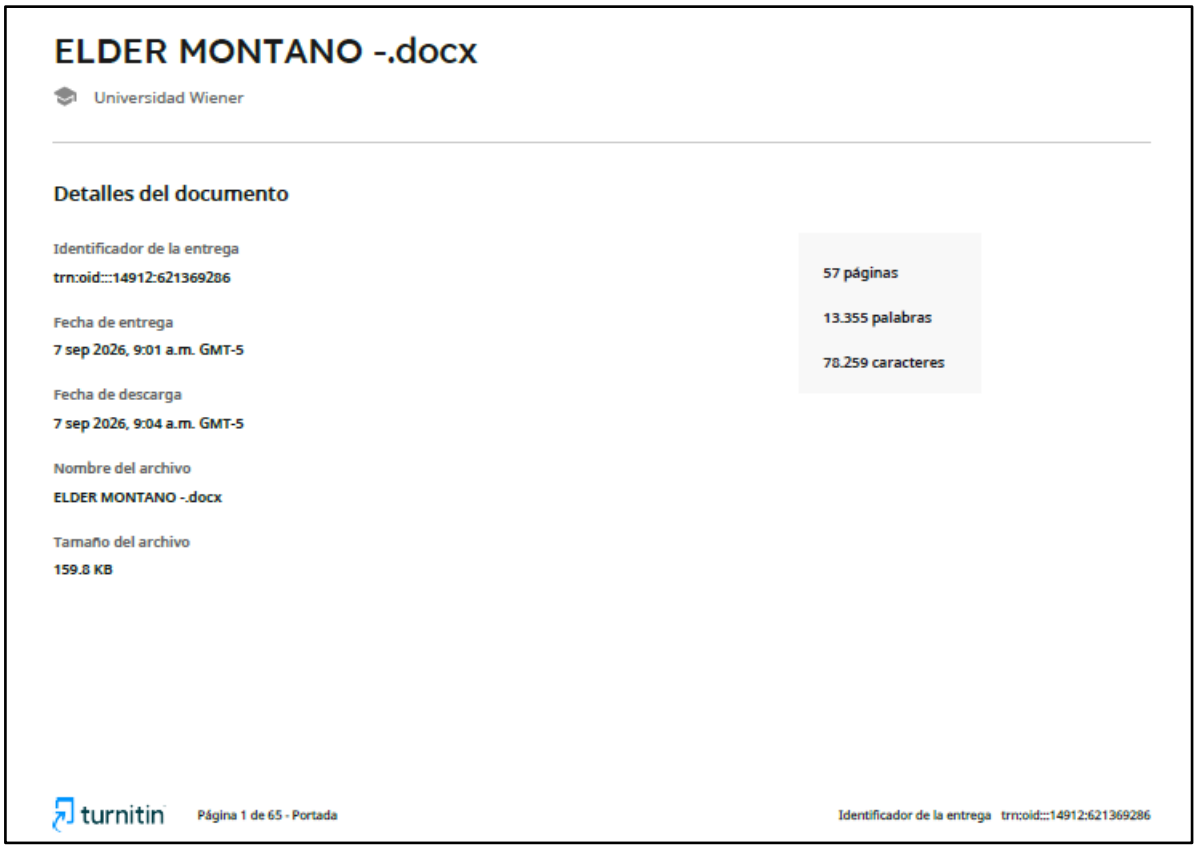
Ing. Robert Nick Eusebio Teheran
Jefe de Laboratorio

997 123 584 / 949 059 602
laboratoriomec@ensayoshtl.pe
Jr. Nepentas 364, San Juan de Lurigancho - Lima

Anexo N ° 6 Programa de intervención para estudios experimentales

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Autor	Montaño Herrera, Elder
Nombre del instrumento	Ficha de registro de datos para la evaluación de la resistencia compresiva y flexural de resinas odontológicas
Objetivo	Registrar los valores de resistencia compresiva y flexural de resinas Triplex y de alto impacto antes y después del envejecimiento artificial
Tipo de instrumento	Ficha estructurada
Técnica	Observación experimental directa
Lugar de aplicación	Laboratorio HIGHT TECHNOLOGY CERTIFICATE SAC, Lima – Perú
Responsable	Investigador
Unidad de análisis	Muestras de resina acrílica (barras y cilindros)
Materiales y equipos	Máquina universal de ensayo, cámara de envejecimiento artificial, probetas, Excel y SPSS
Variables	Resistencia compresiva / Resistencia a la flexión
Dimensiones	Compresión / Flexión
Indicadores	Resistencia máxima (MPa), deformación
Escala de medición	Escala de razón
Validez	Basado en normas ISO y medición directa
Confiabilidad	Equipos calibrados y condiciones controladas
Instrucciones	Registrar tipo de resina, grupo, momento (antes/después), ensayo (compresión/flexión), valores en MPa y deformación; anotar observaciones

Anexo N ° 7 Informe del asesor de Turnitin



ELDER MONTANO -.docx

Universidad Wiener

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::14912:621369286

Fecha de entrega
7 sep 2026, 9:01 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
7 sep 2026, 9:04 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
ELDER MONTANO -.docx

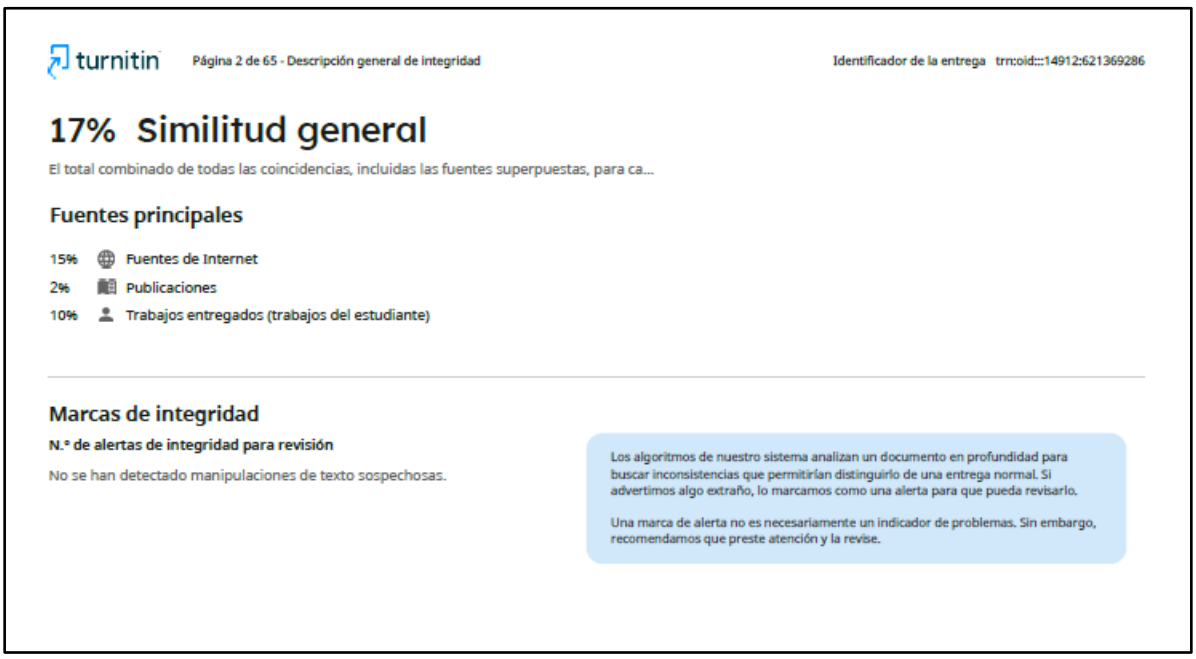
Tamaño del archivo
159.8 KB

57 páginas

13.355 palabras

78.259 caracteres

turnitin Página 1 de 65 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::14912:621369286



turnitin Página 2 de 65 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega trn:oid:::14912:621369286

17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

15% Fuentes de Internet
2% Publicaciones
10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Anexo N ° 8 Base de datos

HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 2 de 3

INFORME DE ENSAYO	IEO-034-2026	Revisión N° 01	Fecha de emisión:	18-02-2026

7. RESULTADOS DE ENSAYOS

Grupo 1: Cilindros de resinas triplex Con termociclado

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	12.20	9.52	116.96	9100	77.8
2	12.24	9.81	117.60	9550	81.2
3	12.12	10.07	115.31	9820	85.2
4	12.06	9.92	114.29	10760	94.1
5	12.36	9.50	120.05	9270	77.2
6	12.10	9.31	115.05	9670	84.0
7	12.23	9.74	117.47	9580	81.5
8	12.07	9.75	114.36	9960	87.1
9	12.20	9.43	116.83	10040	85.9
10	12.21	9.79	117.09	10900	93.1

Grupo 1: Cilindros de resinas triplex sin termociclado

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
11	12.09	9.69	114.86	11580	100.8
12	11.83	10.17	109.98	9020	82.0
13	12.25	9.63	117.92	11280	95.7
14	12.11	9.94	115.24	10060	87.3
15	11.94	9.70	112.03	10710	95.6
16	11.99	10.02	112.91	11080	98.1
17	12.20	9.76	116.90	11160	95.5
18	12.15	9.79	115.88	10150	87.6
19	11.95	9.71	112.16	9640	86.0
20	12.07	10.31	114.48	9660	84.4

Grupo 2: Cilindros de resinas alto impacto con termociclado

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	12.13	9.34	115.56	9360	81.0
2	12.36	9.62	120.05	9630	80.2
3	12.04	9.93	113.85	9840	86.4
4	12.20	10.79	116.90	7760	66.4
5	12.29	9.89	118.63	9780	82.4
6	12.09	9.76	114.74	9620	83.8
7	12.23	9.74	117.41	8760	74.6
8	12.12	10.12	115.31	7870	68.3
9	11.79	10.35	109.11	9610	88.1
10	12.21	9.33	117.09	10160	86.8

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

HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO	IEO-034-2026	Revisión N° 01	Fecha de emisión:	18-02-2026

Grupo 2: Cilindros de resinas alto impacto sin termociclado

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm^2)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
11	12.12	9.58	115.31	9430	81.8
12	12.37	10.09	120.24	7680	63.9
13	12.10	9.49	115.05	9460	82.2
14	12.33	10.36	119.40	8110	67.9
15	11.92	9.75	111.53	8700	78.0
16	11.95	9.34	112.22	8160	72.7
17	12.33	9.58	119.47	9560	80.0
18	12.44	9.35	121.54	9530	78.4
19	12.00	9.16	113.03	9100	80.5
20	12.08	9.61	114.61	9060	79.1

HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN
CIP: 193364
INGENIERO MECÁNICO
Jefe de Laboratorio

HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

FIN DEL DOCUMENTO

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

HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO	IEO-035-2026	Revisión N° 01	Fecha de emisión:	18-02-2026

7. RESULTADOS DE ENSAYOS

Grupo 1: Barras de resinas triplex Con termociclado

Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)
1	3.00	10.63	50	105.27	82.32
2	3.30	10.39	50	102.55	68.09
3	3.35	9.99	50	98.05	65.44
4	2.90	10.65	50	91.43	76.56
5	3.10	10.34	50	99.81	75.47
6	3.32	10.86	50	111.71	69.83
7	3.15	10.60	50	98.63	70.20
8	3.15	10.49	50	105.60	76.09
9	3.02	10.09	50	95.22	77.46
10	3.04	10.60	50	104.21	79.63

Grupo 1: Barras de resinas triplex Sin termociclado

Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)
11	3.60	10.35	50	130.89	73.07
12	3.27	10.15	50	117.27	81.01
13	3.13	10.69	50	121.03	86.70
14	3.26	10.28	50	122.16	83.69
15	3.22	10.45	50	111.22	76.96
16	3.09	10.70	50	109.20	80.16
17	3.02	10.54	50	96.03	74.78
18	3.19	10.96	50	110.91	74.43
19	3.11	10.56	50	108.60	79.75
20	3.14	10.53	50	97.51	70.27

Grupo 2: Barras de resinas alto impacto Con termociclado

Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)
1	3.46	10.71	50	98.99	57.92
2	3.48	10.33	50	96.85	58.17
3	3.25	10.79	50	91.82	60.30
4	3.16	9.87	50	83.27	63.52
5	3.45	9.94	50	107.37	68.06
6	3.48	10.66	50	96.54	55.98
7	3.47	10.26	50	113.42	68.97
8	3.06	10.47	50	84.31	64.64
9	3.29	9.91	50	71.73	50.25
10	3.57	10.58	50	109.38	60.86

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

INFORME DE ENSAYO	IEO-035-2026	Revisión N° 01	Fecha de emisión:	18-02-2026

Grupo 2: Barras de resinas alto impacto Sin termociclado					
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia de flexión (Mpa)
11	3.07	10.77	50	77.18	57.03
12	3.64	10.62	50	118.27	63.04
13	3.49	10.03	50	96.01	58.96
14	3.40	10.60	50	107.16	65.72
15	3.54	10.85	50	130.97	72.40
16	3.30	9.91	50	99.31	69.16
17	3.55	9.71	50	104.86	64.27
18	2.81	10.52	50	66.58	60.26
19	3.27	9.52	50	88.48	65.34
20	3.09	10.85	50	110.26	79.63

ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN
CIP: 193364
INGENIERO MECÁNICO
Jefe de Laboratorio

FIN DEL DOCUMENTO

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

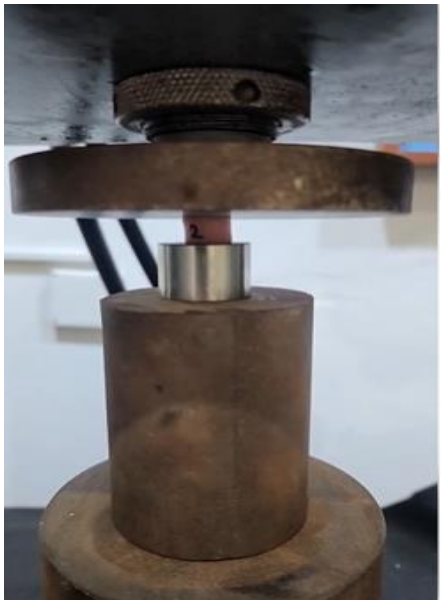
Anexo N ° 9 Fotos del procedimiento

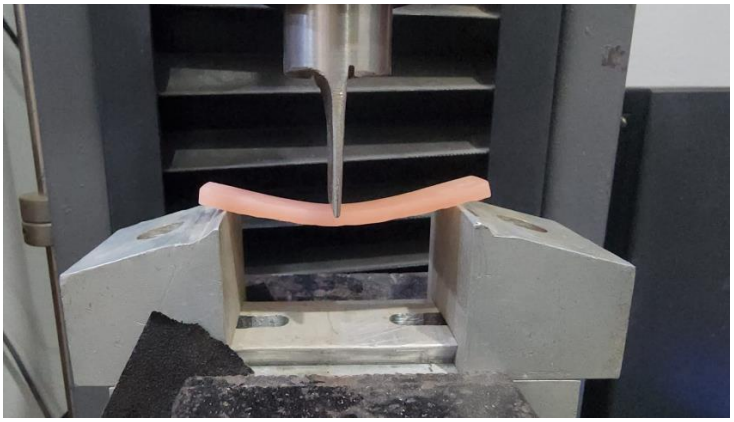






Materiales y muestras de acrílico







Prueba de resistencia compresiva y flexión

17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

15% Fuentes de Internet
2% Publicaciones
10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

15% Fuentes de Internet
2% Publicaciones
10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1 Internet
repositorio.uwiener.edu.pe 4%

2 Trabajos entregados
Universidad Wiener on 2025-07-04 3%

3 Internet
hdl.handle.net 3%

4 Internet
www.grafiati.com <1%

5 Internet
revistas.ces.edu.co <1%

6 Internet
repositorio.udh.edu.pe <1%

7 Trabajos entregados
Universidad Wiener on 2026-08-31 <1%

8 Internet
www.coursehero.com <1%

9 Internet
revistas.cientifica.edu.pe <1%

10 Internet
repositorio.ucsm.edu.pe <1%

11 Internet
riunet.upv.es <1%