



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

RESISTENCIA A LA FRACTURA DE LA RESINA ACRÍLICA Y RESINA BIS
ACRÍLICA DE USO ODONTOLÓGICO CON Y SIN ENVEJECIMIENTO
ARTIFICIAL UTILIZADOS COMO MATERIALES PROVISIONALES DE
RESTAURACIÓN EN PRÓTESIS FIJA. IN-VITRO

Línea de investigación:
Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autor

Payesa Biminchumo, Marcos Junnior

Asesora

García Rupaya, Carmen Rosa

ORCID: 0000-0003-0657-6011

Jurado

López Llamosas, Luis Eduardo

Passano Del Carpio, Sebastián Armando

Velásquez Velásquez, Roxana Pilar

Lima - Perú

2025

RESISTENCIA A LA FRACTURA DE LA RESINA ACRÍLICA Y RESINA BIS ACRÍLICA DE USO ODONTOLÓGICO CON Y SIN ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL UTILIZADOS COMO MATERIALES PROVISIONALES DE RESTAURACIÓN EN PROTESIS FIJA.

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	20 %	1 %	9 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal	5 %
	Trabajo del estudiante	
2	repositorio.unfv.edu.pe	4 %
	Fuente de Internet	
3	repositorio.uwiener.edu.pe	4 %
	Fuente de Internet	
4	ri-ng.uaq.mx	2 %
	Fuente de Internet	
5	repositorio.uap.edu.pe	2 %
	Fuente de Internet	
6	repository.ces.edu.co	1 %
	Fuente de Internet	
7	Submitted to Universidad Nacional del Chimborazo	<1 %
	Trabajo del estudiante	
8	hdl.handle.net	<1 %
	Fuente de Internet	
9	core.ac.uk	<1 %
	Fuente de Internet	
10	repositorio.unfv.edu.pe:8080	<1 %
	Fuente de Internet	



FACULTAD DE ODONTOLOGIA

RESISTENCIA A LA FRACTURA DE LA RESINA ACRÍLICA Y RESINA BIS
ACRÍLICA DE USO ODONTOLÓGICO CON Y SIN ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL
UTILIZADOS COMO MATERIALES PROVISIONALES DE RESTAURACIÓN EN
PRÓTESIS FIJA. IN-VITRO

Línea de investigación

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autor

Payesa Biminchumo, Marcos Junnior

Asesor

García Rupaya, Carmen Rosa

ORCID: 0000-0003-0657-6011

Jurado

López Llamosas, Luis Eduardo

Passano Del Carpio, Sebastián Armando

Velásquez Velásquez, Roxana Pilar

Lima – Perú

2025

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía incesante y otorgarme la sabiduría y la fortaleza en cada paso de este camino

A mis padres Verónica y Marcos, por su amor, paciencia y apoyo en cada decisión que he tomado, por creer en mí.

A mi familia en general por acompañarme en este desafiante proceso, por animarme para no desistir en cada reto.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a mi alma mater, a todas las autoridades y personal de la universidad por ser parte de mi formación académica y desarrollo profesional.

Así mismo extendiendo mi más sincero agradecimiento a mi asesora, Mg. Carmen Rosa García Rupaya, por su conocimiento y dedicación en este trabajo de investigación. También a mi compañera Olenka Valenzuela por todo el apoyo que me brindó durante este arduo proceso.

ÍNDICE

RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÒN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	2
<i>1.1.1. Formulación del problema.....</i>	<i>4</i>
1.2. Antecedentes.....	4
<i>1.2.1. Nacionales.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.1. Internacionales.....</i>	<i>5</i>
1.3. Objetivos	7
<i>1.3.1. Objetivo general.....</i>	<i>7</i>
<i>1.3.1. Objetivo específico.....</i>	<i>7</i>
1.4. Justificación	7
1.5. Hipótesis.....	8
II. MARCO TEÒRICO.....	9
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	9
<i>2.1.1. Materiales provisionales en odontología.....</i>	<i>9</i>
<i>2.1.2. Tipos de resina acrílica autocurable.....</i>	<i>10</i>
<i>2.1.3. Tipos de resina bis acrílica.....</i>	<i>11</i>
<i>2.1.4. Resistencia a la fractura o compresión.....</i>	<i>13</i>
<i>2.1.5. Técnicas de elaboración de restauración provisional.....</i>	<i>13</i>
<i>2.1.6. Termociclado.....</i>	<i>14</i>
III. MÈTODO.....	16
3.1. Tipo de investigación.....	16
3.2. Àmbito temporal y espacial.....	16

3.3. Variables.....	16
3.3.1. <i>Variable Dependiente</i>	16
3.3.2. <i>Variable Independiente</i>	16
3.3.3. <i>Variable Interviniente</i>	16
3.3.4. <i>Operacionalización de Variables</i>	17
3.4. Población y muestra.....	18
3.4.1. <i>Población</i>	18
3.4.2. <i>Tipo de Muestreo</i>	18
3.4.3. <i>Muestra</i>	18
3.4.4. <i>Criterios de Selección</i>	18
3.4.1.1 <i>Criterio de Inclusión</i>	18
3.4.1.2 <i>Criterio de Inclusión</i>	18
3.5. Instrumentos	18
3.6. Procedimientos	19
3.6.1. <i>Capacitación</i>	19
3.6.2. <i>Preparación de especímenes</i>	19
3.6.3. <i>Envejecimiento artificial</i>	20
3.6.4. <i>Medición de la resistencia a la compresión</i>	21
3.7. Análisis de datos.....	21
3.8. Condiciones éticas.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSION DE RESULTADOS.....	28
VI. CONCLUSIONES.....	31
VII. RECOMENDACIONES.....	32
VIII. REFERENCIAS.....	33

IX. ANEXOS.....	38
9.1. Anexo A.....	38
<i>9.1.1. Permiso al laboratorio de Operatoria Dental de la UNFV.....</i>	<i>38</i>
9.2. Anexo B.....	39
<i>9.2.1. Constancia de autorización por el laboratorio “HTL.....</i>	<i>39</i>
9.3. Anexo C.....	40
<i>9.3.1. Norma ISO 3597-3.....</i>	<i>40</i>
9.4. Anexo D.....	45
<i>9.4.1. Formación los grupos de resinas acrílicas y bis-acrílicas.....</i>	<i>45</i>
9.5. Anexo E.....	46
<i>9.5.1. Calibración de las muestras realizadas.....</i>	<i>46</i>
9.6. Anexo F.....	47
<i>9.6.1. Especímenes rotulados conformados.....</i>	<i>47</i>
9.7. Anexo G.....	48
<i>9.7.1. Especímenes sometidos a envejecimiento artificial.....</i>	<i>48</i>
9.8. Anexo H.....	49
<i>9.8.1. Muestra sometida a la prueba de resistencia a la fractura.....</i>	<i>49</i>
9.9. Anexo I.....	50
<i>9.9.1. Informe final de las 60 pruebas de resistencia a la fractura.....</i>	<i>50</i>
9.10. Anexo J.....	53
<i>9.10.1. Matriz de consistencia.....</i>	<i>53</i>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Evaluación in vitro de la resistencia compresiva según el tipo de resina con y sin envejecimiento.....	23
Tabla 2 Descripción y comparación de los valores de resistencia a la fractura de dos tipos de resinas sin envejecimiento.....	24
Tabla 3 Descripción y comparación de los valores de resistencia a la fractura de dos tipos de resinas con envejecimiento de 500 ciclos.....	25
Tabla 4 Descripción y comparación de los valores de resistencia a la fractura de dos tipos de resinas con envejecimiento de 1000 ciclos.....	26
Tabla 5 Análisis comparativo del efecto del envejecimiento en la resistencia a la fractura de resinas.....	27

RESUMEN

Objetivo: Comparar la resistencia a la fractura de la Resina Acrílica Autocurable y la Resina Bis-acrítica Autopolimerizable con y sin envejecimiento utilizados como materiales provisionales de restauración en prótesis fija in-vitro. **Metodología:** Se aplicó un tipo de estudio experimental, prospectivo, transversal y comparativo. La muestra consistió en 60 especímenes (30 Acrílico autopolimerizable y 30 Bisacryl) divididos en seis grupos, con 10 especímenes en cada uno (control, 500 y 1000 ciclos). Todos los especímenes fueron sometidos a ensayos de compresión con la máquina de prueba universal, el cilindro se posicionó de forma vertical y se aplicó una fuerza en su centro diametral a una velocidad de 0.75mm/min hasta el momento que se daba la fractura. **Resultados:** los resultados a la resistencia a la fractura demostraron que el grupo de la resina acrílica autocurable sin envejecimiento presenta mayor resistencia promedio a la fractura (183,17 Mpa). Por otro lado, la resina Bis acrílica autopolimerizable con envejecimiento de 1000 ciclos obtuvo la menor resistencia promedio a la fractura (54,92 Mpa). **Conclusiones:** Se determinó que la resina acrílica autocurable presentó resistencia a la fractura más alta que la resina bis acrílica autopolimerizable.

Palabras clave: resistencia a la fractura, termociclado, resinas acrílicas

ABSTRACT

Objective: Compare the fracture resistance of Self-curing Acrylic Resin and Self-curing Bis-acrylic Resin with and without aging used as provisional restoration materials in fixed in-vitro prosthesis. **Methodology:** An experimental, prospective, cross-sectional and comparative type of study was applied. The sample consisted of 60 specimens (30 Self-polymerizing Acrylic and 30 Bisacryl) divided into six groups, with 10 specimens in each (control, 500 and 1000 cycles). All specimens were subjected to compression tests with the universal testing machine, the cylinder was positioned vertically and a force was applied to its diametral center at a speed of 0.75mm/min until fracture occurred. **Results:** the fracture resistance results showed that the self-curing acrylic resin group without aging has a higher average fracture resistance (183.17 Mpa). On the other hand, the self-polymerizing bis-acrylic resin with 1000 cycle aging obtained the lowest average fracture resistance (54.92 Mpa). **Conclusions:** It was determined that there was a significant difference between the acrylic resins evaluated and subjected to thermocycling and that the DURALAY self-curing acrylic resin without aging had the highest fracture resistance.

Keywords: fracture resistance, thermocycling, acrylic resins

I. INTRODUCCIÓN

En odontología existen muchas patologías que conllevan a pacientes a la pérdida parcial de ciertas piezas dentarias, y como alternativa de la restitución de estas, existen restauraciones protésicas como prótesis parciales, prótesis flexibles, prótesis sobre implantes y prótesis fijas. Dentro de las prótesis fijas convencionales, y durante su elaboración se lleva a cabo un procedimiento esencial de provisionalización, donde se confecciona una prótesis provisoria que debe cumplir con requisitos biológicos, mecánicos y estéticos debido a que simulará la restauración definitiva. (Christiani y Devecchi, 2017)

En esta etapa de rehabilitación protésica, existen diferentes tipos de materiales provisionales en el campo de la odontología. Cada material posee sus características propias, indicaciones, propiedades a considerar de acuerdo al tipo de tratamiento que se requiera realizar, existiendo también distintas técnicas de elaboración de dichas provisionales. En las cuales el paciente puede optar por alternativos planes de tratamiento según sus requerimientos personales y lo brindado por el odontólogo. (Herrera Muñoz et al., 2020)

Dentro de los materiales provisionales en odontología tenemos a las resinas acrílicas y bis-acrílicas. Las resinas acrílicas son materiales provisionales para prótesis fija, que brindan protección al tejido dentario, evitando una posible fractura, irritación de la pulpa e influenciando en el aspecto estético del paciente. Sin embargo, existen materiales acrílicos que no poseen las propiedades adecuadas de resistencia frente a la función masticatoria, ocasionando fracturas de dicho material en un periodo corto de tiempo. (Salazar y Concha, 2016)

Debido a la fuerza ejercida por los músculos masticatorios en la boca, la restauración debe poseer la propiedad de resistir a dichas fuerzas. Las fuerzas masticatorias en pacientes jóvenes varían entre los 466 N y 698 N en los sectores de piezas molares y entre 174-220 N en el área de piezas anteriores. La baja resistencia compresiva de las resinas acrílicas está asociado

a la porosidad de la superficie generado por la polimerización incompleta y condición ambiental. (Curiqueo et al., 2015)

Hoy en día, las resinas acrílicas son solicitadas por su aspecto estético y funcional. Sin embargo, este tipo de resinas han ido adquiriendo modificaciones y mejoras en sus propiedades, surgiendo las resinas bis-acrílicas, las cuales prometen mejores resultados según algunos estudios. (Márquez et al., 2012)

Debido a su propiedad físico-química de la resina bis-acrílica, que permite soportar las cargas oclusales, tiene adecuada propiedad estética y tiempos de manejo menores, hace que sean adecuadas para su elección en los planes de tratamiento para restauraciones fijas temporales, por lo cual es importante conocer los distintos materiales usados como provisionales y con ello determinar de esta forma la resistencia ofrecida por cada material y poder brindar mejores planes de tratamiento a los pacientes. (Gomez et al., 2020)

Ante ello, el propósito de la presente investigación es determinar la resistencia a la fractura de la resina acrílica (Acrílico Autocurable) y la resina bis acrílica (Bis-Acryl) utilizadas como materiales provisionales de restauraciones en prótesis fija con una técnica directa *in-vitro*.

1.1. Descripción y formulación del problema

Ante las distintas fuerzas oclusales, desgastes oclusales, hábitos parafuncionales, entre otros aspectos, el odontólogo debe proveer de restauraciones fijas cuyo material sea adecuado y que brinde confort al paciente en el aspecto estético y funcional. Caso contrario traería consigo posibles fracturas de la pieza dentaria y material, perjudicando a la pulpa dentaria y durante la etapa de rehabilitación del paciente. (Pino y Mejía, 2015)

Cabe resaltar que las fuerzas de mordida van a depender de la coordinación de los distintos músculos masticatorios durante la masticación y piezas dentarias. Entonces, el

material debe ser resistente a dichas fuerzas de compresión durante las rehabilitaciones protésicas (Laura y Anglas, 2016)

Para obtener una integridad y salud bucodental, se debe considerar tratamientos de prótesis fija que incluyen restauraciones de las piezas dentarias con corona o de arco edéntulo parcial, haciendo uso de prótesis fija o sobre implantes. Todo ello, para lograr un equilibrio estético, mecánico y biológico, que incorpore las resistencias de los distintos tipos de fuerzas funcionales, que desplazan prótesis y preservan el estado periodontal de los pilares. (García, 2017)

La fuerza de masticación depende del tipo de paciente y es un indicador del estado funcional de este mismo. En un estudio realizado en España, se obtuvo resultados aceptables de la resina acrílica y bis acrílico, pero no se obtuvieron diferencias significativas y no cumplían con todos los parámetros de resistencia del esmalte y dentina. (Zafra et al., 2015)

Por otro lado, una investigación llevada a cabo en República Dominicana, donde se realizó una comparación de dos tipos de resinas bis acrílicas de autocurado, se obtuvo que el material bis acrílico no presentó un adecuado comportamiento durante las distintas pruebas de compresión a pesar de que hubo un control del ambiente y esto se debe a la composición del nanorelleno de sílice que repercute en las matrices de resina. (Peguero et al., 2016)

Durante la rehabilitación, la estructura dentaria es tallada para obtener adaptación marginal óptima, comprometiendo la armonía oclusal, estética y eficiencia masticatoria. Por lo que, se necesita de restauraciones provisionales por el tiempo de demora en la fabricación de las prótesis definitivas. Entonces, estas restauraciones provisionales cumplen la función de reemplazar las prótesis definitivas por un tiempo mediano a breve e inmediatamente debido a la falta de piezas dentarias ausentes sin alterar cada función en la cavidad bucal. (Christiani y Devecchi, 2017)

A la vez, estas restauraciones se han vuelto necesarias en el aspecto estético y funcional. Sin embargo, deben poseer resistencia adecuada a la fractura para brindar soporte ante la carga oclusal ejercida en la cavidad bucodental. (Dokania et al., 2015)

1.1.1. Formulación del problema

¿Cuál es la resistencia a la fractura de la Resina Acrílica Autocurable y la Resina Bisacrílica Autopolimerizable con y sin envejecimiento utilizados como materiales provisionales de restauración en prótesis fija in-vitro?

1.2. Antecedentes

1.2.1. Nacionales

Pérez et al. (2021) realizó su estudio en Perú el cual tuvo como propósito determinar las resistencias a las fracturas de 2 tipos diferentes de resina bis acrílica. Este estudio fue de tipo experimental, transversal donde la metodología incluyó una muestra que estuvo conformada por 36 cilindros de resinas bis acrílicas. Como resultado se obtuvo las medias de resistencias a las fracturas de 150.9 y 272.5 Mpa; y se aceptó la hipótesis alterna. Concluyendo la existencia de una diferencia significativa entre las resistencias a las fracturas de los dos tipos de resinas.

Maylle et al. (2021) cuyo estudio fue en Perú y tuvo como objetivo comparar los módulos de resistencia y elasticidad de las resinas acrílicas de termocurados y flexibles superpoliamidas. El estudio fue de tipo experimental y la metodología incluyó 2 tipos de resinas acrílicas previamente preparadas con cera y luego cada una fue pasada por acrílico de termocurado y flexible superpoliamida. En los resultados, se obtuvo un módulo de elasticidad y resistencia de $2501,83 \pm 139,4$ y $78,36 \pm 11,6$ MPa respectivamente en la resina acrílica. Concluyendo que el módulo de resistencia y elasticidad fue mayor en las resinas acrílicas que las flexibles superpoliamidas.

López et al. (2018) cuya investigación se realizó en Perú y cuyo propósito fue comparar las resistencias compresivas en 3 tipos diferentes de resinas enfocadas en restauraciones posteriores. Respecto a los métodos, fue una investigación experimental, prospectiva y transversal. La muestra fue de veinticuatro probetas que fueron divididas en tres grupos y según el tipo de resina. En cuanto a los resultados, la prueba dicha resistencia, medida con una máquina universal, registró una fuerza durante la fractura de cada probeta. Siendo los promedios de resistencia a la compresión de 195.8 MPa, 289.3 MPa y 268.83 MPa en cada tipo de resina compuesta. Concluyendo que hay una diferencia significativa de la resina Filtek Bulk Fill con las otras resinas.

Quevedo et al. (2022) en Perú cuyo objetivo fue hacer una comparación de los efectos de termociclaje respecto a la microfiltración de obturaciones de clase II con resina B y A. Fue un estudio experimental, transversal. La muestra lo conformó 40 piezas dentarias con dos cavidades de clase II restauradas con resina B y resina A. En cuanto a los resultados, se observó un 46.3% y 90% de filtración del grupo A y B respectivamente. También, se observó menores porcentajes en el grado 2 y grado 1 en el grupo A y B respectivamente. Teniendo como conclusión una diferencia significativa al comparar las resinas a 500 y 5000 termociclos.

Trujillo et al. (2008) su estudio, llevado a cabo en Perú, el propósito fue determinar la resistencia mecánica in vitro de las resinas acrílicas utilizadas como provisionales. Esta investigación fue comparativa y transversal. Cuya muestra fueron 20 resinas, donde 10 fueron resinas acrílicas de Vitaloy y 10 fueron de Duralay. Como parte de los resultados, se obtuvo una mayor dureza en la resina acrílica en asociación con la resistencia mecánica de cada probeta. La conclusión fue que la resina Duralay presenta mayor condición para elaborar coronas provisionales.

1.2.2. Internacionales

Zúñiga et al. (2019) en Ecuador, que tuvo como objetivo determinar las resistencias de las resinas bis-acrílica y polimetil-metacrilato. Dicho estudio fue de tipo in-vitro, descriptivo. En la metodología, como muestra se usó 30 cilindros que están de acuerdo con la norma ISO 604. Respecto a los resultados, mediante la prueba U-Mann Whitney, se obtuvo una diferencia significativa entre los 2 grupos de estudio, presentando 312, 83 Mpa y 198,33 Mpa. Concluyendo que la resina de polimetilmetacrilato tenía mayor resistencia a la fractura.

Rodríguez et al. (2021) en México, tuvo como objetivo en su investigación, evaluar la resistencia a la comprensión de cuatro tipos de resina y compararlas entre sí. El estudio fue de tipo experimental in vitro. Cuya metodología involucró diez barras de resinas bis acrílicas de cada tipo, donde luego de 14 días se realizaron pruebas de flexión. Respecto a los resultados, se obtuvo una diferencia significativa entre las resinas usando la prueba Kruskal-Wallis. Concluyendo que la marca Luxutemp presentó mayor resistencia a la fractura.

Trujillo et al. (2019) en Ecuador, desarrollo su estudio cuyo propósito fue analizar la evidencia sobre la resistencia a la comprensión de distintos materiales provisionales en implantes. Este estudio fue una revisión sistemática que hizo uso de diversas bases de datos como Cochrane y Pubmed acerca de este tema y de acuerdo con el sistema PICO y siguiendo la guía PRISMA. Respecto a los resultados, solo 3 de los estudios fueron seleccionados según el criterio de selección. Siendo 2 de ellos, realizaron estudios in-vitro respecto a la forma de la corona y el estudio restante analizó la muestra en bloques. Concluyendo que las restauraciones con polímero para CAD/CAM muestran alta resistencia a la compresión comparado con los de técnica convencional.

Cristiani et al. (2019) en Argentina, tuvo como objetivo comparar la resistencia de la fractura de dos tipos de materiales para coronas provisionales. El estudio fue experimental y transversal. Cuya muestra lo conformó 30 bloques siendo 15 resinas de polimetilmetacrilato y 15 resinas bis acrílicas. Estas permanecieron durante veinticuatro horas a 37 grados. En los

resultados, se obtuvo una resistencia de 83 MPa y 69 MPa en las resinas bis acrílicas y de polimetilmetacrilato respectivamente. Se concluyó en este estudio que la resina de polimetilmetacrilato presentó menor resistencia compresiva.

Muñoz et al. (2014) el objetivo de su estudio fue comparar las resistencias a las fracturas de las resinas haciendo uso de cuatro tipos de métodos de polimerización. La muestra la conformaron 2 grupos que contenían 10 especímenes cada uno siendo de resina acrílica de fotopolimerización y de termopolimerización. En los resultados, no hubo una diferencia significativa de la resistencia a la flexión entre los 4 grupos de resinas ($p=0.30$). Concluyendo, que las resistencias a la compresión fueron similares en las resinas y se recomienda usar el método de autocurado a veinte bar de presión.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Comparar la resistencia a la fractura de la Resina Acrílica Autocurable y la Resina Bis-acrílica Autopolimerizable con y sin envejecimiento utilizados como materiales provisionales de restauración en prótesis fija in-vitro.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la resistencia a la fractura de la Resina Acrílica Autocurable y la Resina Bis-acrílica Autopolimerizable (sin envejecimiento artificial y con envejecimiento artificial entre 500 y 1000).
- Comparar la resistencia a la fractura de la Resina Acrílica Autocurable y la Resina Bis-acrílica Autopolimerizable sin envejecimiento.
- Comparar la resistencia a la fractura de la Resina Acrílica Autocurable y la Resina Bis-acrílica Autopolimerizable con envejecimiento 500 ciclos.
- Comparar la resistencia a la fractura de la Resina Acrílica Autocurable y la Resina Bis-acrílica Autopolimerizable con envejecimiento 1000 ciclos.

1.4. Justificación

La importancia de la presente investigación es que permite determinar el material óptimo de resistencia a las fuerzas de compresión y con ello, usarlo en la práctica clínica diaria en los planes de tratamiento, eludir fracaso en las rehabilitaciones con prótesis fija y futuras complicaciones durante la masticación y oclusión. Y con ello, brindando también protección al tejido dentario, preservación de la estética y funcionalidad para el éxito de las rehabilitaciones dentales.

La justificación académica radica en incrementar el conocimiento acerca de los tipos de resinas bis acrílicas y acrílicas en la elección de materiales provisionales utilizados en odontología con criterios precisos y claros a la hora de ponerlo en práctica, y según la demanda del tratamiento dental solicitado. También, esta investigación ayudará a los estudiantes durante las prácticas clínicas y su formación profesional. Y otra justificación es que garantizaría la longevidad y adecuada calidad de los tratamientos dentales, beneficiando al paciente.

1.5 Hipótesis

Existe diferencia significativa en la resistencia a la fractura entre la Resina Acrílica (Duralay) y Resina Bis-acrílica (Chartemp) con y sin envejecimiento.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Materiales provisionales en odontología*

Respecto a los materiales provisionales en Odontología, estos materiales son usados durante las preparaciones de las piezas dentarias y ajustes en las restauraciones definitivas. Tienen la función de participar en el cubrimiento de la dentina tallada, evitar la movilidad dental como preservar la estética dental y un periodonto en buen estado. El uso de este tipo de materiales provisionales aporta en el cambio oclusal y estético previo a restauraciones definitivas. En el aspecto estético, son usados estos materiales provisionales como prueba para tener la seguridad de que el paciente está conforme y con ello, proceder a la restauración definitiva. (Wassell et al., 2019)

En el aspecto oclusal, se puede realizar mejores pruebas en la guía anterior o dimensión vertical oclusal. Es importante hacer encerado diagnóstico y el montaje de modelos articulados en el articulador. Y con ello, proporcionar contactos oclusales que sean uniformes en la desoclusión y posición intercuspídea. Respecto a los cambios periodontales, la importancia de las restauraciones provisionales ayuda para analizar y eliminar posibles tejidos interferentes, facilitar la higiene bucal del paciente y disminuir la inflamación gingival. Así mismo, los ajustes óptimos permiten un estado adecuado de los márgenes gingivales. En ciertos casos como cirugías de alargamiento de corona, el uso de estos materiales provisionales es fundamental ya que permite un aumento de la altura clínica de la corona previo a la restauración definitiva. Existen ciertos casos donde las restauraciones provisionales permitirá movimientos finos en la cavidad bucal, y contacto de las piezas dentarias y labios para generar el habla y producción de sonidos adecuados, sobre todo para los pacientes que se encargan del manejo musical. (Wassell et al., 2019)

Respecto a los materiales provisionales usados en los laboratorios son los materiales de autocurado, curado con calor acrílico o metales fundidos. A la vez, estos podrían ser usados con diferentes tipos de técnicas para su uso de estos materiales, teniendo a la técnica indirecta y directa. Con ello, podemos citar algunos materiales provisionales como poli metacrilato de metilo, el metacrilato de polietilo, bis-acryl composite, di metacrilato de uretano, entre otros. Por un largo periodo, fue el poli metacrilato de metilo es más utilizado. Este material se puede encontrar como polímero y monómero. Pero posee la desventaja de su poca estabilidad del color y propiedad mecánicas que puede generar espacios al interior de las restauraciones. (Wassell et al., 2019)

Por otro lado, a diferencia del poli metacrilato, las resinas bis-acríticas contiene monómeros de metacrilato de divinillo y partículas de relleno. También, la estabilidad de color mejora comparado con el poli metacrilato, son de fácil manipulación y reduce el atrapamiento de aire. Estas pueden ser usadas para cualquier tipo de restauración provisional. Según algunos estudios, pueden poseer propiedades adicionales al poli metacrilato, incluyendo resistencia a las abrasiones, mayor estética, menores inadaptaciones marginales y monómeros libres de elución y reparaciones mejoradas. (Wassell et al., 2019)

2.1.2. Tipos de resina acrílica auto curable

La resina acrílica tiene origen sintético y deriva del metacrilato y ácido acrílico, compuesto de polímeros, monómero, relleno y peróxido de benzoico como iniciador. Presenta diversas presentaciones según el tratamiento dental a aplicar. Por ejemplo, tenemos el de autocurado que se usa para fabricación de corona, incrustación, puentes. Las de termo curado, para confecciones de prótesis totales o parciales removibles, así como aparato ortopédico, etc. (Baldion et al., 2011)

Durante la polimerización de este material, se van a unir las moléculas de menor tamaño para formar las grandes y se dan 5 fases de polimerización en la mezcla de líquido y polvo que

son la arenosa, activándose las interacciones moleculares; filamentosa, dispersándose el monómero; elástica, donde el material es maleable; gomosa, material es de consistencia resistente y no moldeable por la evaporación de los monómeros; y termina con un endurecimiento total donde ya está rígido. (Cortez y Farfán, 2017)

Entre los diferentes tipos de resinas acrílicas tenemos la de auto polimerización, termoplástica y termo polimerización. Esta última representa un material que requiere energía térmica para generar polimerización. La de autocurado, se activa de forma química y se da la descomposición del peróxido de benzoico, generando radical libre e iniciando la polimerización a temperatura ambiente. Y el termoplástico, se reblandece al calor y es manipulable al enfriarse, pasando a una consistencia rígida; sin embargo, al ser sometido al calor puede cambiar de forma. (Peguero et al., 2016)

2.1.3. Tipos de resina bis-acrítica

Este tipo de resina bis acrílica es usado en los tratamientos dentales por su propiedad de solidez en la polimerización, fácil manipulación y mejor estética. Muy aplicado en aquellas restauraciones provisionales y para evaluación funcional y estética durante la elaboración del Mockup. Al ser usado como material provisional, debe tener estabilidad durante la rehabilitación. Al tener una adecuada estabilidad en el color y en su propiedad mecánica permite alcanzar el propósito deseado. En el aspecto estético en piezas anteriores, la estabilidad en cuanto al color de este material es esencial. (Mehrpour et al., 2016)

En cuanto a la propiedad fisicoquímica, la polimerización de este material se da en 3 etapas que son el inicio, propagación y término. Este proceso se da a partir de los radicales libres que se dan de la foto iniciación, donde los enlaces C-C son llevados entre el grupo metacrilato del monómero y los radicales generados. Estos últimos donan electrones, donde posteriormente este último llega al terminal opuesto de los monómeros. Posteriormente estas moléculas se transforman en radicales y reaccionan con otros monómeros. Resultando

reacciones en cadena donde hay una reacción entre dos radicales. Es necesario la conversión máxima de resina no curada en un aumento de resina polimerizada. Estos monómeros de di metacrilato permiten tener una mejor resistencia al desgaste y adecuada propiedad mecánica. El fotoiniciador posee enlaces de baja energía como grupos químicos que alcanzan el estado de electrones por la absorción de luz. (Pratap et al., 2019)

Este material posee cambios respecto al color y aspereza con el paso del tiempo por consumo de líquidos con colorantes, donde esta va de forma independiente de los métodos de polimerización y composición de dicho material. Las alteraciones de color se pueden deber por una polimerización incompleta, reactividad química, higiene oral como absorción del agua.

Existen reportes donde la resina a base de polimetilmetacrilato posee tendencia a la decoloración en menor cantidad a diferencia de otro tipo de resinas provisionales. Estas restauraciones provisionales con este tipo de material están dirigidas en la preparación de la pieza dentaria, ajustes como inserciones de prótesis finales. (Mickeviciute et al., 2016)

Cabe mencionar que este material debe brindar la propiedad mecánica de protección pulpar, ser una herramienta de diagnóstico para el análisis de la oclusión, guía canina/ incisal, alineación dental, relación labio/pieza dentaria como posición dental/labio, estabilidad de la posición de la pieza dentaria, no generar alteraciones oclusales, generar funcionabilidad, fonética y estética, permitir y facilitar una adecuada higiene bucal diaria y brindar resistencia mecánica frente a la fuerza oclusal. Generando de esta forma resultados adecuados en las restauraciones definitivas y enfrentar los distintos aspectos clínicos. Como anteriormente fue mencionado, los materiales provisionales a elegir podrían ser resinas acrílicas como resinas bis acrílicas. Las resinas bis acrílicas se dividen en 2 grupos que son las de uretano di metacrilato y bis-GMA. La resina de Jet posee bajo costo, son manipulables y posee adecuada capacidad de pulido, adaptaciones a los márgenes gingivales. La principal deficiencia son la producción de calor, elevada contracción y baja resistencia a los desgastes. Aquellas resinas de Integrity

poseen ventajas como más inoloros, menor contracción, mayor resistencia a los desgastes y mejor estabilidad en los colores. El mayor inconveniente es que son de elevado costo. (Sultan et al., 2018)

Existen complicaciones como la aparición de defectos en la fabricación y presencia de fracturas con el paso del tiempo. También se logra visualizar margen fracturado, contacto interproximal abierto y mal contorno. Suelen acontecer mayores fracturas en la presencia de algún habito para funcional o reducciones insuficientes de las piezas dentarias durante las preparaciones. Cuando sucede alguna fractura, estos materiales pueden repararse, pero se ha demostrado que la fuerza es menor, disminuyendo un 85% en la resistencia a la flexión luego de las reparaciones. El componente químico, estructura y resistencia mecánica son importantes en la propiedad del material. Este tipo de material puede proporcionar mayor resistencia a la flexión y a la fractura. Además, el relleno inorgánico mejora la resistencia a la fractura y fuerza de masticación. (Sultan et al., 2018)

2.1.4. Resistencia a la fractura o comprensión

La resistencia a la compresión o a la fractura representa una de las propiedades que mide la tensión para generar fractura o resistencia máxima. Además, diversos materiales odontológicos la poseen como la resina bis acrílica, y va a depender del relleno y tamaño de las partículas de dicho material. Algunos estudios mencionan que la resina compuesta de alta viscosidad presenta mayor resistencia a la fractura ya que genera una mejor percusión de la fuerza de oclusión. (Collao., 2020)

Cabe mencionar que existen diversos factores que influyen en la fractura del material dental como el presentar un espesor no óptimo en el tratamiento dental, así como el diseño de la cavidad dental, defecto en las restauraciones como presencia de grietas o poros, y resiliencia de los materiales dentales. (Ramírez et al., 2016)

2.1.5. Técnicas de elaboración de restauración provisional

Entre las técnicas de elaboración de restauraciones provisionales, existen 2 técnicas. La técnica indirecta y la directa. La técnica directa se aplica luego de la preparación dentaria, en la cavidad bucal y donde se elabora un bloque durante la fase elástica, luego el paciente tiende a ocluir, y después de la fase de endurecimiento, se realiza el acabado y pulido para mejor adaptación, considerando la morfología oclusal, puntos de contacto, sellados marginales adecuados, entre otros parámetros a considerar. Esta técnica es muy eficaz ya que el tiempo de trabajo es menor. Sin embargo, se puede usar una matriz con materiales de impresión como las siliconas de condensación/adición previa al tallado y preparación y con ello, dicha matriz se instala y se retira en la fase de endurecimiento. (Gross et al., 2017)

Respecto a la técnica indirecta, involucra más pasos que involucra matriz de policarbonato/acetato. Un primer paso es tomar impresiones con siliconas de adhesión, obteniendo modelos de laboratorio. Esta indicado para la realización de corona y pónico múltiple y la reacción es exotérmica. Las ventajas de esta técnica es que el tejido pulpar no es expuesto a las distintas reacciones de polimerización exotérmicas, eludiendo alguna lesión a nivel pulpar. Otra de las ventajas es que permite una adecuada adaptación marginal, acabados y pulido considerando los contactos interoclusales y proximales en los pacientes, otra ventaja al usar esta técnica es que se puede ofrecer una buena adaptación marginal, mejor acabado y pulido siempre tomando en cuenta los puntos de contacto proximales e interoclusales del paciente. (Gross et al., 2017)

2.1.6. Termociclado

El termociclado pretende simular el estrés térmico al que estarían expuestos los materiales de provisionalización, de restauración y dientes al consumir bebidas y alimentos para obtener años de envejecimiento de las muestras en corto tiempo. Desafortunadamente, no existe un protocolo estandarizado para el envejecimiento artificial de los materiales de restauración dental, a pesar de los volúmenes de in-vitro en estudios publicados y el hecho de

que el termociclado se considera un método inevitable para el envejecimiento de los materiales de restauración. Variaciones en los regímenes de ciclos térmicos son abundantes en la literatura y la comparación de los resultados es, por lo tanto, a menudo difícil. Varios investigadores han medido las fluctuaciones de temperatura en la boca al comer alimentos fríos y calientes. Al revisar la literatura, parece que no se ha llegado a un acuerdo sobre los tiempos de permanencia y el número de ciclos cuando las muestras se termociclan y que los investigadores determinen estos parámetros sobre la base de su conveniencia. (Nina et al., 2022)

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Experimental in vitro, prospectivo, transversal, comparativo

3.2. Ámbito temporal y espacial

La elaboración de los especímenes se realizó en el laboratorio de Operatoria Dental de la Universidad Nacional Federico Villareal. (Anexo A)

La prueba de resistencia a la fractura se realizó en el laboratorio de ensayos HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. (Anexo B) ubicado en San Juan de Lurigancho, Lima, Perú, acorde con el ISO 3597-3:2003.

3.3. Variables

3.3.1. Variable dependiente

Resistencia a la fractura

3.3.2. Variable independiente

Tipos de resina (Resina Bis-acrítica Autopolimerizable y Resina Acrílica Autocurable)

3.3.3. Variable interviniente

Envejecimiento artificial

3.3.4. Operacionalización de variables

Variable	Definición operacional	Indicador	Escala de medición	Escala de medición
Resistencia a la Fractura	Propiedad que consiste en la resistencia a la rotura, es la tensión a la que falla una muestra por fractura.	Máquina de prueba universal (en megapascuales)	Escala de razón	Megapascuales 0-x MPa
Tipos de Resina	La resina está compuesta por un componente orgánico polimérico. Y podemos tener diferentes tipos de resina como la resina bis acrílica y la resina autocurable.	Composición química	Escala nominal	Resinas bis acrílicas autopolimerizable CHARMTEMP Resina Acrílica autocurable DURALAY
Envejecimiento Artificial	Simulación del envejecimiento de las resinas a través de ciclos de termociclado	Número de ciclos de envejecimiento	Ordinal	1= Grupo Control 2= 500 ciclos de envejecimiento 3= 1000 ciclos de envejecimiento

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población de estudio son las resinas acrílicas autocurable y la resina bis-acrítica autopolimerizable, divididos en 2 grupos de 30 cada uno y estos subdivididos en grupos de 10.

3.4.2. Tipo de muestreo

No probabilístico

3.4.3. Muestra

La muestra para cada grupo de evaluación estuvo constituida por 10 especímenes, se tomó como referencia a la ISO 3597-3:2003 que corresponde a 8 muestras como mínimo para cada grupo experimental (Anexo C)

3.4.4. Criterios de selección

3.4.4.1. Criterio de inclusión. Serán

- Las resinas a utilizar en la investigación no deben estar caducadas
- Cilindros de 4 mm de diámetro por 10 mm de altura
- Las muestras no deben tener cuerpos extraños
- Las muestras no deben tener burbujas ni fisuras

3.4.4.2. Criterio de exclusión. Serán

- Las resinas a utilizar en la investigación caducadas
- Cilindros donde se adquirieran los moldes de resinas en mal estado
- Muestras con cuerpos extraños
- Muestras con burbujas y fisuras

3.5. Instrumentos

- Máquina de ensayo universal ® CMT-5L (serie 7419)
- Pie de rey Mitutoyo (serie B23082834)
- Ficha de recolección de datos

- Máquina de Termociclado modelo panel SIEMENS

3.6. Procedimientos

3.6.1. Capacitación

El investigador fue capacitado por un especialista del área de operatoria dental en la preparación de las muestras que fueron utilizadas, siendo este el que realizó las mezclas de materiales según las indicaciones del fabricante.

3.6.2. Preparación de especímenes

Para la presente investigación de resistencia a la fractura con resina acrílica autocurable (DURALAY) y resina bis-acril autopolimerizable (CHARMTEMP) se confeccionaron 60 cilindros de una dimensión de 4 mm x 10 mm de alto (según ISO 3597-3) y se seleccionaron 30 cilindros para cada grupo de resina y estos se subdividirán en grupos de 10. (Anexo D)

Grupo A(n=30): RESINAS ACRILICAS AUTOCURABLE

Grupo 1: 10 cilindros de resina acrílica autocurable (control)

grupo 2: 10 cilindros de resina acrílica autocurable envejecido 500 ciclos

grupo 3: 10 cilindros de resina acrílica autocurable envejecido 1000 ciclos

Grupo B(n=30): RESINA BIS-ACRIL AUTOPOLIMERIZABLE

grupo 1: 10 cilindros de resina bis-acrílica autopolimerizable (control)

grupo 2: 10 cilindros de resina bis-acrílica autopolimerizable envejecido 500 ciclos

grupo 3: 10 cilindros de resina bis-acrílica autopolimerizable envejecido 1000 ciclos

El presente estudio comenzó con la adquisición de los materiales que fueron necesarios para elaboración de las muestras. Se adquirió la resina acrílica autocurable DURALAY con su polímero (polimetilmetacrilato) y monómero color 62. Así como, la Resina Bis-Acrílica Autopolimerizable CHARMTEMP de color A2. Posterior se efectuó la fabricación de cada muestra que tendrán la medida de 4mm x 10mm de diámetro y altura, siguiendo con la norma ISO 3597-3, con el uso de moldes y calibrador digital (vernier Digital de 200 nm) para la

obtención de muestras exactas, las cuales fueron sometidas a prueba de ensayo mecánico por un especialista del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. mediante la máquina digital de ensayo universal CMT-5L.

Las muestras de resina acrílica autocurable DURALAY se obtuvieron mezclando el polímero con su monómero según la instrucción del fabricante y siguiendo las proporciones establecidas en volumen. Durante la confección de estas muestras, se dio a temperatura ambiente (23°C) y presión del ambiente (aire libre del laboratorio odontológico) utilizando una proporción polvo: líquido de 3:1 por volumen medido en una probeta de vidrio graduada en milímetros. Se aisló con glicerina en cada molde para eludir cualquier adhesión con los materiales. Posterior a su polimerización, se retiró del molde, corroborando las medidas con un calibrador digital (vernier Digital de 200 nm) para la obtención de muestras exactas.

Respecto a las muestras de Resina Bis-Acrílica Autopolimerizable CHARMTEMP, se aisló con glicerina para eludir adherencia de los materiales a los moldes para hacer uso recién del material que se colocó en una de las pistolas dispensadoras de auto mezclado, donde se hizo presión para expulsar el material. La confección se dio mediante el uso de un cartucho y puntas de mezcla de acuerdo a las instrucciones del fabricante también. Después de la polimerización del material, se retiró el material del molde, corroborando las medidas con un calibrador digital (vernier Digital de 200 nm) para la obtención de muestras exactas. (Anexo E)

Acto seguido, se evaluó si la superficie de cada espécimen presentaba burbuja o cuerpo extraño para luego proceder con el almacenamiento en recipientes estériles, herméticos y con agua destilada durante 24h y a temperatura ambiente.

Las muestras se dividieron y fueron distribuidas por el personal del laboratorio en grupos de igual tamaño que estuvieron conformados por un grupo control y los otros grupos experimentales para cada resina, esta división fue en frascos rotulados. (Anexo F)

3.6.3. Envejecimiento artificial

Esta etapa del procedimiento se llevó a cabo en el laboratorio de ensayos HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. Donde los especímenes que fueron sometidos a envejecimiento artificial se colocaron en recipientes de vidrios con 5ml de solución de agua destilada, tapados con algodón hidrófobo para protegerlos, previamente rotulados según el tipo de resina utilizada y almacenado en una temperatura de 37°C. Luego se procedió a realizar el envejecimiento artificial a 500 ciclos y 1000 ciclos mediante cambios cíclicos de temperatura (5°- 55°C) y humedad de la cavidad oral durante los periodos de tiempo establecidos para cada grupo de muestra correspondiente. (Anexo G)

3.6.4. Medición de la resistencia a la compresión

Posteriormente, cada muestra fue sometida a la prueba de resistencia a la fractura haciendo uso de la máquina de prueba universal CMT-5L LG, que se realizó en el laboratorio de ensayos HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. Cada muestra fue colocada y se aplicó una carga de avance de 0.75 mm/min +/- 0.25 mm/min en su centro diametral hasta lograr la compresión o fractura del material. Los resultados logrados de resistencia fueron obtenidos en Megapascuales y dichas medidas fueron registradas por medio del software Smart test de la máquina digital de datos. Comparando de esta manera los materiales con y sin envejecimiento dentro de los ciclos establecidos (Figura 1). Finalmente, la base de datos estuvo conformada por unas tablas de 3 columnas correspondiente a los grupos de estudio, y cada columna subdividida que corresponden al Nro. De espécimen y al valor de la resistencia a la fractura expresada en Megapascuales. (Anexo H)

3.7. Análisis de datos

Mediante el uso del paquete estadístico SPSS, versión 27 se realizó un análisis de los datos respecto de los valores obtenidos de cada tipo de material después de las pruebas de fractura y se desarrollaron tablas y gráficos a partir de los resultados en base a los objetivos señalados. La prueba estadística utilizadas en un primer momento fue la Prueba de Shapiro-

Wilks para poder conocer la presencia o no de la normalidad. Luego, se procedió a aplicar la Prueba U de Mann Whitney entre las resinas sin envejecimiento y la Prueba T-de Student, entre las resinas de 500 ciclos y entre las de 1000 ciclos. Por último, se hizo uso de la prueba de ANOVA, para poder hacer la comparación entre las resinas con y sin envejecimiento.

3.8. Condiciones éticas

El proyecto de investigación fue revisado y aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Federico Villarreal. También se solicitaron los permisos del laboratorio de ensayos HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. para la utilización de sus instalaciones, donde se llevó a cabo la ejecución del proyecto. Se respetaron los protocolos de bioseguridad, y la norma ISO 3597-3 para la confección de las muestras.

IV. RESULTADOS

En esta investigación realizada en resina acrílica autocurable y resina bis acrílica autopolimerizable, se evaluó la resistencia a la fractura de los cilindros fabricados y envejecidos artificialmente evaluados a los 500 y 1000 ciclos, mediante un estudio in vitro.

Tabla 1

Evaluación in vitro de la resistencia compresiva según el tipo de resina con y sin envejecimiento.

Tipo de resina	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Resina acrílica autocurable (sin envejecimiento)	183, 17	48,35	119, 37	245, 94
Resina acrílica autocurable (500 c.)	111, 77	16, 31	76, 77	128, 78
Resina acrílica autocurable (1000 c.)	99, 27	17, 57	75, 38	136, 60
Resina bisacrilica autopolimerizable (sin envejecimiento)	73, 31	12, 23	60, 36	103, 97
Resina bisacrilica autopolimerizable (500 c.)	63, 12	5, 13	54, 54	69, 87
Resina bis acrílica autopolimerizable (1000 c.)	54, 92	3, 16	50, 62	60, 38

Nota. En la tabla 1, se puede observar que la resina acrílica autocurable sin envejecimiento presenta mayor resistencia promedio a la fractura (183, 17 Mpa) con una mayor dispersión en comparación a otras resinas, siendo la desviación estándar de 48.35 Mpa. Por otro lado, la resina bis acrílica autopolimerizable con envejecimiento de 1000 ciclos tiene la menor resistencia promedio a la fractura (54, 92 Mpa) con una menor dispersión (3,16 Mpa)

Tabla 2

Descripción y comparación de los valores de resistencia a la fractura de dos tipos de resinas sin envejecimiento

Resinas sin envejecimiento	n	Mediana	DIQ	p
Resina acrílica autocurable	10	187,545	5.35	< 0.001
Resina bis acrílica autopolimerizable	10	71,655	4.15	

Nota. Por otro lado, después de evaluar la normalidad de los datos aplicando la prueba de Shapiro-Wilks, se procedió a aplicar las pruebas correspondientes para comparar los grupos. En la comparación entre las resinas sin envejecimiento artificial, se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa en el esfuerzo de compresión entre las resinas acrílica autocurable y bis acrílica (< 0.001) por lo que se rechazó la hipótesis nula. Además, la resina acrílica autocurable sin envejecimiento demostró tener una mayor resistencia a la fractura al poseer un rango promedio más alto de 15.50 que la resina bis acrílica sin envejecimiento.

Tabla 3

Descripción y comparación de los valores de resistencia a la fractura de dos tipos de resinas con envejecimiento de 500 ciclos

Resinas con envejecimiento de 500 ciclos	n	Media	DE	p
Resina acrílica autocurable	10	111,770	16,319	< 0.001
Resina bis acrílica autopolimerizable	10	63,128	5,135	

Nota. Al comparar las resinas con envejecimiento de 500 ciclos, se aprecia que el valor $p=0.047$, no asumiendo varianzas iguales en ambas resinas según la prueba de Levene. Y al establecer varianzas distintas, se obtuvo un valor de $p < 0.001$, por lo que se rechaza la hipótesis nula, existiendo una diferencia significativa en la resistencia de la fractura de la resina autocurable y bis acrílica de 500 ciclos de envejecimiento.

Tabla 4

Descripción y comparación de los valores de resistencia a la fractura de dos tipos de resinas con envejecimiento de 1000 ciclos

Resinas con envejecimiento de 1000 ciclos	n	Media	DE	p
Resina acrílica autocurable	10	99,273	17,573	< 0.001
Resina bis acrílica autopolimerizable	10	54,922	3,169	

Nota. De la misma manera, al encontrar una distribución normal entre las resinas con envejecimiento de 1000 ciclos, se aplicó la comparación de ambos tipos de resina, se aprecia que el valor $p=0.010$, no asumiendo varianzas iguales en ambas resinas según la prueba de Levene. Al establecer ello, el valor de p fue < 0.001 , existiendo una diferencia significativa en la resistencia de la fractura de la resina autocurable y bis acrílica de 1000 ciclos de envejecimiento.

Tabla 5

Análisis comparativo del efecto del envejecimiento en la resistencia a la fractura de resinas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	de df	Cuadrado medio	F	Sig. (p)
Entre grupos	111261,601	5	22252,320	43,070	< 0.001
Dentro de los grupos	27899,178	54	516,651		
Total	139160,779	59			

Nota. En la tabla 5, al comparar todas las resinas con y sin envejecimiento, podemos observar un $p < 0.001$, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa en las medias de la resistencia a la fractura entre los 6 grupos de resinas aplicando la prueba de ANOVA. Debido a ello se procedió a realizarse la prueba de Tukey para identificar diferencias específicas. Los resultados mostraron una disminución progresiva de la resistencia a la fractura de la resina bisacrilica autopolimerizable aplicando el envejecimiento, observándose que la resina sin envejecimiento presentó 73,31 MPa; la de 500 ciclos disminuyó a 63.12 MPa; y la de 1000 ciclos se obtuvo 54.92 Mpa, siendo todas ellas del mismo grupo homogéneo con diferencia no significativa entre ellos ($p > 0.05$). En cambio, en las acrílicas autocurables se obtuvo una resistencia mayor que las bisacrilicas; donde la resina acrílica autocurable sin envejecimiento tuvo la mayor resistencia con 183.17 MPa, siendo significativamente diferente a todas las demás ($p < 0.05$). También se observó la disminución de la resistencia con el envejecimiento teniendo 111.77 MPa con 500 ciclos y 99.27 MPa con 1000 ciclos.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las pérdidas parciales de las piezas dentarias debido a distintos motivos como caries dental, enfermedad periodontal, traumatismo dental, bruxismo, entre otros, han sido motivo de tratamientos de rehabilitación protésica. Tanto el paciente como el odontólogo presentan diferentes opciones de tratamientos por la infinidad de materiales dentales.

Previo a la fabricación de las prótesis fijas convencionales, la confección de provisionales corresponde a un paso muy importante y su correcta elección beneficiaría al éxito terapéutico. Y esto se debe a que al elegir un material con buenas propiedades mecánicas evitará fracturas a largo plazo y brindará una correcta protección de la pulpa dentaria sin afectarla con un adecuado efecto estético y buena funcionalidad.

La presente investigación tuvo como objetivo comparar la resistencia a la fractura de la Resina Acrílica Autocurable y la Resina Bis-acrílica Autopolimerizable con y sin envejecimiento utilizados como materiales provisionales de restauración en prótesis fija in-vitro.

En el análisis descriptivo, luego de aplicar una prueba de resistencia a la fractura en las muestras, los resultados mostraron que la resina acrílica autocurable Duralay sin envejecimiento presentó la resistencia a la fractura más alta con un promedio de 183, 17 Mpa, seguido de la resina acrílica autocurable Duralay con envejecimiento de 500 ciclos con 111,17 Mpa; en contraste con la bis acrílica autopolimerizable Charmtemp con envejecimiento de 1000 ciclos que obtuvo el promedio más bajo con 54, 92 Mpa.

Frente a los resultados obtenidos, en el estudio de Maylle et al. (2021) se obtuvo una resistencia mayor de 2501,83 MPa que fue de la resina acrílica, coincidiendo con el resultado de nuestra investigación. De la misma forma, en el estudio de Trujillo et al. (2008), se comparó dos tipos de resinas acrílicas que fueron las Duralay y Vitaloy, obteniendo que la resina acrílica duralay presenta mayor resistencia. Por el contrario, en el estudio de Martinez et al. (2019) se

obtuvo que la resina bis acrílica autopolimerizable fue más resistente que el acrílico autocurable, donde se trabajaron con láminas de 65x10 mm y 3, 2.5 y 2 mm de calibre tanto para ambos tipos de resina.

También, se obtuvo en el análisis de la presente investigación que la resistencia de ambos tipos de resinas disminuyó al aplicarse el envejecimiento. Dicho resultado también fue similar al estudio de Jimenez et al. (2024), donde el objetivo fue comparar la resistencia de tres tipos de resinas bis acrílicas de autocurado antes y después del termociclado. En ese estudio, la resistencia disminuyó luego de aplicar el procedimiento de termociclado para simular el envejecimiento al igual que la presente investigación.

Las resinas bis acrílicas autopolimerizable, sin envejecimiento y con envejecimiento de 500 y 1000 ciclos, fueron las de menor resistencia a la compresión teniendo 73, 31 Mpa; 63, 12 Mpa; 54,92 Mpa respectivamente. Resultado opuesto al estudio de Pérez et al.(2021) donde las resinas bis acrílicas tuvieron una resistencia promedio de 150.9 y 272.5 Mpa. Y esto se puede deber a que en el presente estudio se aplicó un envejecimiento de 500 y 1000 ciclos y en el estudio de Pérez et al. (2021) fue distinto. Además, en ambos estudios se diferenciaron por usar diferentes marcas de resinas, variando en sus propiedades físicas.

Durante la prueba T de Student en dichas resinas de 500 y 1000 ciclos el valor de significancia fue menor de 0.001 en ambas, existiendo una diferencia estadísticamente significativa. En el estudio de Quevedo et al. (2022), también se encontró una diferencia significativa entre las resinas con envejecimiento, en este caso de 500 y 5000 ciclos. De igual forma, Rodríguez et al. (2021) se obtuvo una diferencia significativa entre las resistencias a la fractura de las resinas usadas.

Finalmente, en la prueba de ANOVA se encontró también una diferencia estadísticamente significativa (< 0.001) entre los grupos de resina acrílica autocurable y resina bis acrílica autopolimerizable sin y con envejecimiento. De igual forma, en el estudio de

Martínez et al. (2019), se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos. Tras el análisis de Tukey se obtuvo que el envejecimiento afecta de forma negativa la resistencia a la fractura en ambos tipos de resinas, siendo más evidentes en las bisacrílicas autopolimerizables por su menor resistencia en comparación a las demás. Y la resina acrílica autocurable obtuvo la mayor resistencia a la fractura comparado con la bisacrílica.

De esta manera, este estudio permite determinar el material que podría ser óptimo a usar en la práctica clínica diaria en los planes de tratamiento, preservación de la estética y funcionalidad para el éxito de las rehabilitaciones dentales donde sea necesario el uso de provisionales con materiales de acrílicos, sin embargo, se requiere realizar mayor cantidad de estudios al respecto.

VI. CONCLUSIONES

6.1. La resina acrílica autocurable DURALAY sin envejecimiento presentó resistencia a la fractura más alta de los 2 tipos de resinas con un promedio de 183, 17 Mpa.

6.2. El bis acrílico autopolimerizable CHARMTEMP con envejecimiento de 1000 ciclos obtuvo el promedio más bajo con 54, 92 Mpa.

6.3. Existe una diferencia significativa entre la resistencia a la fractura entre las resinas que no fueron sometidas a envejecimiento y aquellas que si lo fueron.

6.4. La resina acrílica DURALAY con envejecimiento mostró mayor resistencia a la fractura en comparación con la resina bis-acrílica CHARMTEMP con envejecimiento.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Se aconseja llevar a cabo más estudios sobre la resistencia a la fractura de las diferentes marcas nuevas que se introducen al mercado odontológico para restauraciones provisionales.

7.2. Se sugiere elaborar estudios adicionales sobre la resistencia a la fractura en otros materiales acrílicos y bis acrílicos con diferentes rangos de termociclado.

7.3. Finalmente, se recomienda en futuras investigaciones enfocarse en analizar y comparar las propiedades de estos materiales, con el fin de ampliar el conocimiento sobre su rendimiento y aplicabilidad clínica.

VIII. REFERENCIAS

- Amaral, L. (2023). *Restaurações provisórias com resina bisacrílica: Revisão de Literatura*. [Tesis de licenciatura, São José Do Rio Preto].
- Baldion, P., Vaca, D., Alvarez, C. & Agaton, D. (2011). Estudio Comparativo De Las Propiedades Mecánicas De Diferentes Tipos De Resina Compuesta. *Rev Colomb Investig en Odontol*, 3(3), 1–8. <https://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/15>
- Christiani, J. & Devecchi, J. (2017). Materiales para Prótesis Provisionales. *Actas Odontológicas*; 14(1), 28-32.
- Christiani, J. & Devecchi, J., & Rocha, M. (2019). Estudio comparativo in vitro de la resistencia flexural de resinas para restauraciones provisionarias. *Revista RODYB*. 8(1), 28-32.
- Collao, O. (2020). *Resistencia a la fractura de resinas fluidas y tipo Bulk en comparación a las resinas convencionales: estudio in vitro*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada Norbert Wiener]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada Norbert Wiener. <https://hdl.handle.net/20.500.13053/4296>
- Cortez, L. & Farfán, K. (2017). *Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la compresión vertical entre acrílicos autopolimerizables provisionales pulidos y acrílicos autopolimerizables provisionales no pulidos*. [Tesis de licenciatura, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9695>
- Curiqueo, A., Salamanca, C., Borie, E. & Navarro, P. (2015). Evaluación de la Fuerza Masticatoria Máxima Funcional en Adultos Jóvenes Chilenos. *Int. J. Odontostomat*, 9(3), 443–7.
- Dokania, R., Nayakar, R. & Patil, R. (2015). Comparative Evaluation of Fracture Resistance of Three Commercially Available Resins for Provisional Restorations: An In vitro Study. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 7(5), 520-7.

- García, J. (2017). Importancia del Zirconio para prótesis parcial fija libre de metal. *Dominio De Las Ciencias*, 3(3), 613–627. <https://doi.org/10.23857/dc.v3i3.496>
- Gomez, C., Maria, P. & Souza, C. (2020). Restaurações provisórias em prótese fixa utilizando resina bisacrílica: Revisão de Literatura. *Rev. Mult. Psic*, 14 (49), 340-359.
- Gross, M., Castellani, D. & Alvarez, C. (2017). Elaboración de provisionales. *MSP*; 91, 399–404. http://www.odontologia.unal.edu.co/docs/habilitacion/prot_provisionales_acrilicos.pdf
- Jehan, A., Singaravel, A. & Balasubramaniam, M. (2022). Application and trends in provisional dental restorative materials for fixed partial denture: An overview. *Journal of Oral Research and Review*, 15(1), 65-71.
- Jiménez, A. (2024). Resistencia a la flexión de resinas bis-acrílicas de autocurado antes y después del termociclado [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Digital UCE. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/7074e157-b254-4d63-8106-34ba8d18ce05/full>
- Laura, M. & Anglas, A. (2016). *Estudio in vitro de la dureza superficial de resinas acrílicas usadas en provisorios*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor De San Marcos]. Cybertesis. <http://200.62.146.130/handle/cybertesis/5192>.
- Lopez, J. (2018). *Resistencia compresiva de tres resinas compuestas indicadas para restauración posterior, in vitro, lima-2018*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/2548>
- Márquez, C., Zeballos, L. & Surco, V. (2012). Técnica De Confección De Prótesis De Resina. *J Chem Inf Model*. 53(9), 1689–99.

- Martínez, H. (2019). Evaluación de la resistencia a la fractura de resinas acrílicas autocurables y resinas bis-acrílicas autopolimerizables [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Querétaro]. Repositorio Institucional UAQ. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/9250>
- Maylle, J., Girano, J. & Rojas R. (2021). Comparación del módulo de elasticidad y resistencia de la resina acrílica de termocurado y la resina flexible superpoliamida. Estudio in vitro. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 40(4), 1-10.
- Mehrpour, H., Farjood, E., Giti, R., Barfi, A. & Heidari, H. (2016). Evaluation of the Flexural Strength of Interim Restorative Materials in Fixed Prosthodontics. *Journal of Dentistry*, 17(3), 201-6.
- Mickeviciute, E., Ivanauskiene, E. & Noreikiene, V. (2016). In vitro color and roughness stability of different temporary restorative materials. *Stomatologija*. 18(2), 66-72.
- Muñoz, S., Jaramillo, J., Montoya, Y. & Velez, V. (2014). *Análisis comparativo de la resistencia a la fractura del PMMA usado para restauración provisional*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Peguero, W., Cepeda, A., Bagnara, C. & Silva, G. (2016). *Evaluación de la estabilidad del color, resistencia a la flexión y la compresión de materiales provisionales a base de bis acrilato utilizados en prótesis fija*. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra Vicerrectoría].
- Pérez, J. (2021). *Estudio in vitro comparativo de la resistencia a la fractura en dos tipos de resina bis-acrílica* [Tesis de licenciatura. Universidad Norbert Wiener]. Repositorio Institucional UWIENER. <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/5580>


- Pino, F. & Mejía, A. (2015). *Estudio comparativo in vitro de resinas acrílicas de uso en prótesis fija provisional* [Tesis de licenciatura. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/1772>
- Pratap, B., Gupta, R., Bhardwaj, B. & Nag, M. (2019). Resin based restorative dental materials: characteristics and future perspectives. *Japanese Dental Science Review*; 55(1), 126-138.
- Quevedo, M., Palma, D. & Rodriguez, J. (2022). *Efecto del termociclaje sobre la microfiltración de obturaciones clase II con resina A y resina B*. [Tesis de licenciatura, Universidad Continental].
- Ramírez, M., Méndez, R., Cornejo, M., Llamas, F. & Escalante, S. (2016). Resistencia a la fractura in vitro de incrustaciones cerámicas usando dos materiales como bases cavitarias. *Revista ADM*. 73(3), 139-143.
- Rodriguez, W. (2021) *Resistencia a la fractura de cuatro tipos de materiales de provisionalización de resinas bisacrílicas Luxatemp, Protemp, Structur y Telio*. [Tesis de especialidad, Universidad de Querétaro].
- Salazar, S. & Concha, G. (2016). *Rehabilitación de un edentulismo parcial mediante prótesis fija* [Tesis de licenciatura. Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17598>
- Sultan, R., Binalrimal, R., Yaman, P., Denninson, J. & Jin, Q. (2018). Flexural Strength Evaluation of Immediate and Aged Repair of Provisional Restorative Materials. *J Dent Oral Health* 5(101), 1-7.
- Trujillo, G. (2018). *Resistencia mecánica in vitro de resinas acrílicas usadas como provisionales, UTEA-2018*. [Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica de los Andes].

- Trujillo, M. (2019). *Revisión sistemática de la resistencia de prótesis fijas provisionales sobre implantes*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Cuenca].
- Wassell, R., Nohl, F., Steele, J. & Walls, A. (2019). Extra-Coronal restorations. Concepts and clinical application. (2nd ed.) BDJ Clinician's Guides.
- Zafra, M., Viñuela, A. & Gómez, M. (2015). *Estudio Comparativo in Vitro Sobre Las Características Físicas Y Mecánicas De Tres Materiales Provisionales, Para Su Uso En Prótesis Dental*. [Tesis de licenciatura. Universidad complutense de Madrid].
<http://eprints.ucm.es/37244/1/T37101.pdf>
- Zúñiga, Y. (2019). *Resistencia de las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato vs bis-acrílicas de autocurado a fuerzas de compresión*. [Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Chimborazo].

IX. ANEXOS

9.1. Anexo A

9.1.1. Permiso al laboratorio de Operatoria Dental de la UNFV.

 <p>Universidad Nacional Federico Villarreal</p> <p><i>"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"</i></p> <hr style="border: 1px solid red;"/> <p style="text-align: center;">DEPARTAMENTO ACADÉMICO</p>	<p>FACULTAD DE</p> <p>ODONTOLOGIA</p>
---	---

Pueblo Libre, 09 de octubre de 2024.

OFICIO N° 0169-2024-DA-FO-UNFV

Magister
JULIA ELBIA MEDINA Y MENDOZA.
RESPONSABLE DEL TALLER – CLINICA DE OPERATORIA
Presente. -


ASUNTO: Autorización para el Uso del Laboratorio.

REFERENCIA: 1. Carta S/N de la OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO (recibida 09/10/2024)
2. R.D. N° 055-2024-SA-D-FO-UNFV.

Es grato dirigirme a usted, para saludarla cordialmente y en atención al documento de la referencia 2, sírvase brindar las facilidades del caso al Bachiller en Odontología Sr. **MARCOS JUNNIOR PAYESA BIMINCHUMO**, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis, Titulado: **«RESISTENCIA A LA FRACTURA DE LA RESINA ACRILICA Y RESINA BIS ACRILICA DE USO ODONTOLOGICO CON Y SIN ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL UTILIZADOS COMO MATERIALES PROVISIONALES DE RESTAURACION EN PROTESIS FIJA, IN VITRO»**, la misma que permitirá desarrollar su trabajo de investigación, en preparación de las muestras del proyecto.

Sin otro particular es propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de nuestra especial consideración.

Atentamente,



Dr. Paul Orestes Mendoza Murillo
Director
Departamento Académico

9.2. Anexo B

9.2.1. Constancia de autorización por el laboratorio “HTL”



Universidad Nacional
Federico Villarreal

**FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA**

"Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra Independencia y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 3 de octubre de 2024

**ING.
ROBERT EUSEBIO TEHERAN
JEFE DE LABORATORIO
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
Presente.-**

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle al Bachiller en Odontología, Sr. Marcos Junior Payesa Bimochumo, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

«RESISTENCIA A LA FRACTURA DE LA RESINA ACRÍLICA Y RESINA BIS ACRÍLICA DE USO ODONTOLÓGICO CON Y SIN ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL UTILIZADOS COMO MATERIALES PROVISIONALES DE RESTAURACIÓN EN PROTESIS FIJA IN-VITRO»

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso al Sr. Payesa quien realizará el siguiente trabajo:

➤ *Realizar el ensayo de resistencia a la fractura y termociclaje de los especímenes.*

Estas actividades, le permitirán al bachiller, desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovar los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente



Dr. GLORIA ESPERANZA CRUZ GONZALES
DECANA (e)



Dr. ANDRÉO A. MUNAYCO MAGALLANES
JEFE
OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Se adjunta: Plan de Tesis – folios (34)
e-mail: marcos_9_20@hotmail.com

044-2024
NT: 071760- 2024
AAMM/Las L



ROBERT EUSEBIO TEHERAN
JEFE DE LABORATORIO

Calle San Marcos N° 351 – Pueblo Libre -
Correo electrónico: ngt.fv@unfv.edu.pe

Telef.: 7400000 - 8135

9.3. Anexo C

9.3.1. Norma ISO 3597-3



Contents

Page

Foreword	iv
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 Apparatus	1
4 Preparation and conditioning of specimens	2
5 Procedure	2
6 Expression of results	4
7 Precision	4
8 Test report	4

Textile-glass-reinforced plastics — Determination of mechanical properties on rods made of roving-reinforced resin —

Part 3: Determination of compressive strength

1 Scope

This part of ISO 3597 specifies a method for determining the compressive strength of composite rods of circular cross-section made of roving-reinforced resin. The test may be carried out on "as-moulded" rods, or on rods that have been pretreated by immersion in boiling water (or another medium) for a specified time. The test is intended for inspection and quality control of rovings or for evaluating their suitability for use in a resin system. The results obtained are not intended for the generation of design data.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

ISO 3597-1, *Textile-glass-reinforced plastics — Determination of mechanical properties on rods made of roving-reinforced resin — Part 1: General considerations and preparation of rods*

3 Apparatus

3.1 **Compression-testing machine**, capable of maintaining a compression speed of 1 mm/min.

3.2 **Two test jigs**, for example as shown in Figure 1, each consisting of:

- a) a baseplate (1);
- b) an elastic compression pad (2) (made of polyurethane, for example);
- c) a support ring (3).

Parts 1 and 3 of the upper jig may be bolted together to prevent them falling (see Figure 2 for an example of how this may be done).

The opening in the support ring shall fit snugly round the specimen in order to ensure consistent results. The maximum permitted opening diameter is 0,1 mm larger than the specimen diameter. If the specimen diameter is more than 0,1 mm smaller than that of the opening in the support ring, a support ring with a smaller opening shall be used. Deviations from nominal specimen dimensions can occur due to variations in the inner diameter of the mould or resin shrinkage.

ISO 3597-3:2003(E)

3.3 Micrometer or vernier gauge, capable of measuring to the nearest 0,1 mm.

Dimensions in millimetres

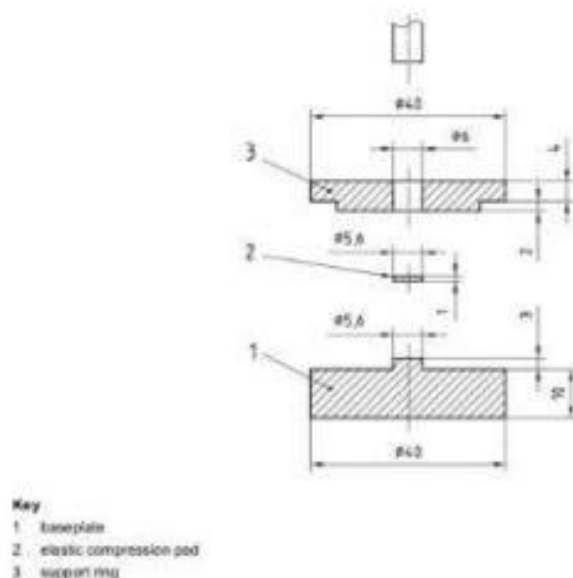


Figure 1 — Example of jig for testing specimens of diameter 6,0 mm

4 Preparation and conditioning of specimens

The procedure specified hereafter is suitable for specimens of diameter 6 mm to be tested "as-moulded" and, if required, pre-treated. For each type of test ("as-moulded" or pre-treated), the minimum required number of specimens is eight. If specific statistical limits are agreed between interested parties, additional specimens may be tested to permit statistical analysis of the results. Prepare a sufficient number of rods, using the method specified in ISO 3597-1, and cut them into specimens of length 22,5 mm. Take care to ensure that the cut ends of the specimens are parallel.

When rods of diameter other than 6 mm are used, the ratio of the rod length L to the rod diameter d shall satisfy the following equation:

$$L = 0,625d^2$$

5 Procedure

5.1 Before carrying out the compressive test, measure the diameter of each test specimen with a micrometer or vernier gauge (3.3) to the nearest 0,1 mm at two points around the circumference located 90° apart at the centre of the specimen. Use the average of these two measurements in the calculation of the results.

ISO 3597-3:2003(E)

6 Expression of results

For each specimen, calculate the compressive strength σ_C , expressed in megapascals, using the equation:

$$\sigma_C = \frac{4 \times F}{\pi d^2}$$

where

- F is the maximum force, in newtons, that is recorded during the test;
- d is the diameter, in millimetres, of the test specimen.

For each type of test ("as-moulded" or pretreated), calculate the average of the results obtained on each specimen, discarding those results which are lower than 50 % of this average. Report the resulting value as the compressive strength of the material. If fewer than five results are available for this calculation, a further set of test specimens shall be prepared and tested. If this second set results in similar difficulties, record this situation in the test report.

7 Precision

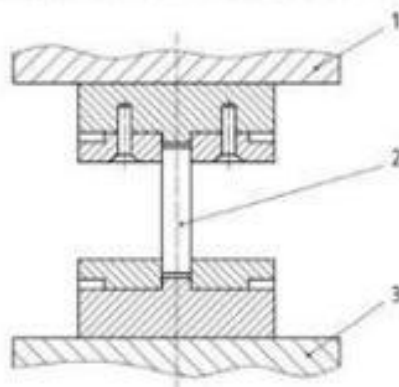
The precision of this test method is not known because inter-laboratory data are not available. When inter-laboratory data are obtained, a precision statement will be added at the following revision.

8 Test report

The test report shall include the following information:

- a) a reference to this part of ISO 3597;
- b) all information necessary for complete identification of the roving tested;
- c) all information necessary for complete identification of the resin used;
- d) the diameter of the mould used to prepare the test specimens;
- e) whether a release agent was used and, if so, details of the agent used;
- f) the curing and post-curing conditions;
- g) the test atmosphere;
- h) the test results:
 - 1) for "as-moulded" specimens, the glass content, diameter, compressive strength and, if required, mode of failure of each specimen tested and (except for the mode of failure) the average value;
 - 2) if testing was also carried out after pretreatment:
 - the medium used;
 - the length of the pretreatment;
 - the individual and average values of the compressive strength after pretreatment.

5.2 Conduct the compressive test in the same standard laboratory atmosphere as that used for specimen conditioning. Assemble a test specimen with a test jig (3.2) at each end. Place the assembly vertically between the platens of the test machine (3.1) (see also Figure 2). Compress the test specimen at a speed of 1 mm/min until the specimen fails. Record the maximum force, in newtons, that occurred during the test.



Key

- 1 upper platen of test machine
- 2 test specimen
- 3 lower platen of test machine

Figure 2 — Example of test assembly in test machine with bolted upper jig

5.3 The person requiring the test may require that the mode of failure be recorded (see Figure 3).

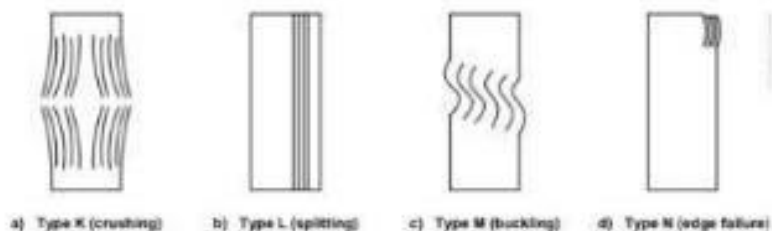
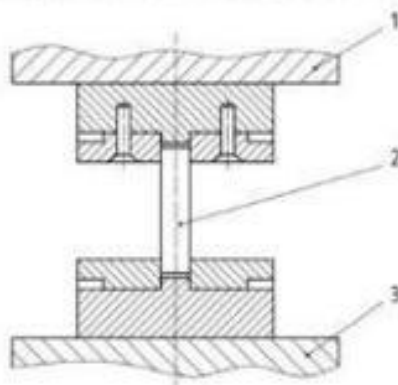


Figure 3 — Typical failure modes

5.2 Conduct the compressive test in the same standard laboratory atmosphere as that used for specimen conditioning. Assemble a test specimen with a test jig (3.2) at each end. Place the assembly vertically between the platens of the test machine (3.1) (see also Figure 2). Compress the test specimen at a speed of 1 mm/min until the specimen fails. Record the maximum force, in newtons, that occurred during the test.



Key
 1 upper plate of test machine
 2 test specimen
 3 lower plate of test machine

Figure 2 — Example of test assembly in test machine with bolted upper jig

5.3 The person requiring the test may require that the mode of failure be recorded (see Figure 3).

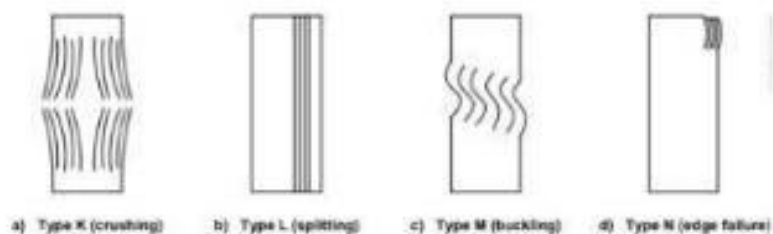
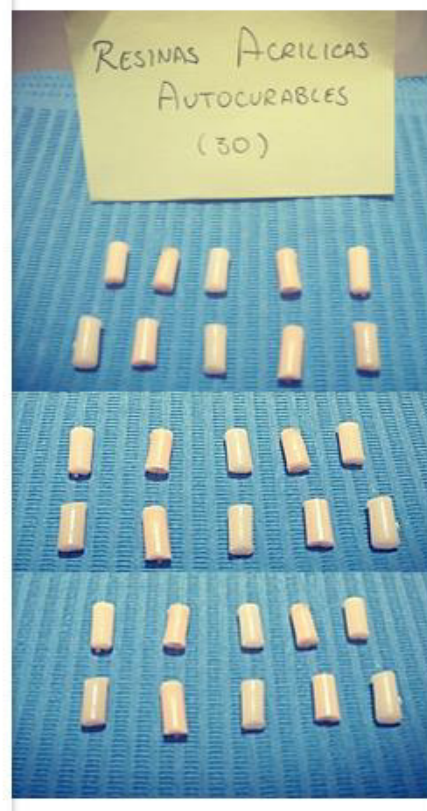
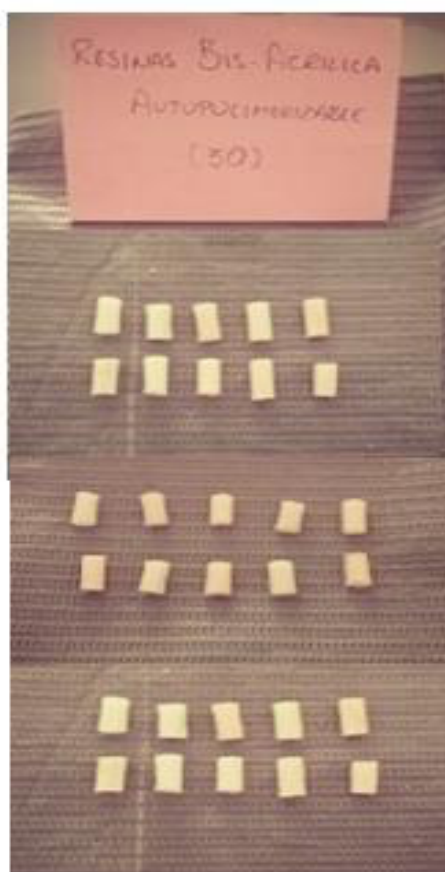


Figure 3 — Typical failure modes

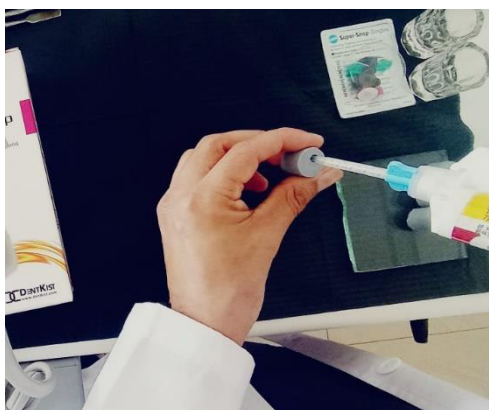
9.4. Anexo D

9.4.1. Formación los grupos de resinas acrílicas y bis-acrílicas.



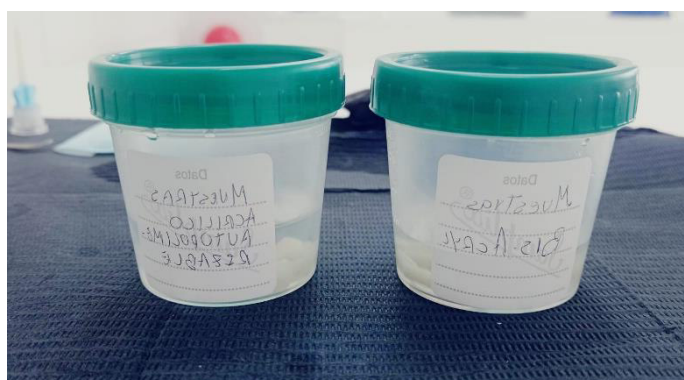
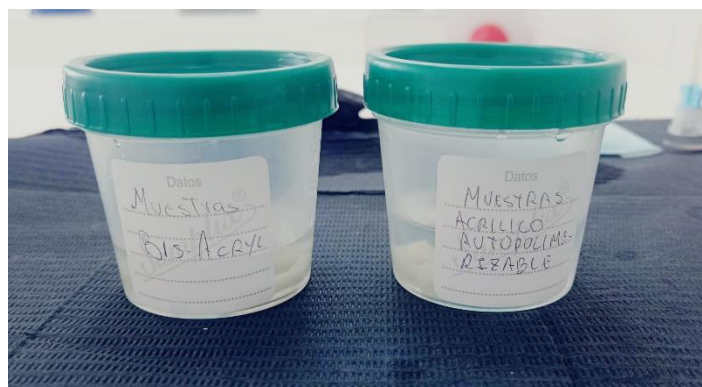
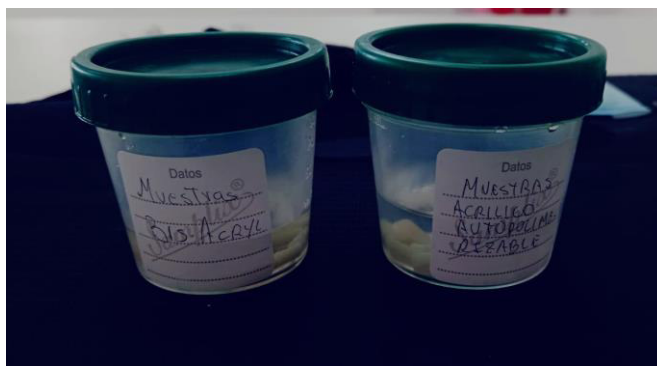
9.5. Anexo E

9.5.1. Calibración de las muestras realizadas.



9.6. Anexo F

9.6.1. Especímenes rotulados conformados.



9.8. Anexo H

9.8.1. Muestra sometida a la prueba de resistencia a la fractura.



9.9. Anexo I

9.9.1. Informe final de las 60 pruebas de resistencia a la fractura.

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0186-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	29-11-2024
ENSAYOS DE COMPRESIÓN EN CILINDROS DE RESINAS ODONTOLÓGICAS					
1. DATOS DE LOS TESIS					
Nombre de tesis	RESISTENCIA A LA FRACTURA DE LA RESINA ACRILICA Y RESINA BIS ACRILICA DE USO ODONTOLÓGICO CON Y SIN ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL UTILIZADOS COMO MATERIALES PROVISIONALES DE RESTAURACIÓN EN PROTESIS FIJA. IN-VITRO*				
Nombres y Apellidos	: Marcos Junior Payesa Blinichumo				
Dni	: 47881349				
Dirección	: Av. Alameda 1 157 Urb. Juan Pablo III LAMEDA 1 157 URB. JUAN PABLO II – Condominio Villanova-Callao				
2. EQUIPOS UTILIZADOS					
Instrumento	Marca	Aproximación	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.		
Máquina de Ensayos Mecánicos	LG CMT- 5L	0.001N			
Vernier Digital	Mitutoyo - 200 mm	0.01mm			
3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
Muestras de resinas odontológicas	Cantidad	: sesenta (60) muestras		HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.	
	Material	: Resinas odontológicas de:			
	Grupo 1	: Resina acrílica autocurable			
	Grupo 2	: Resina bis-acrílica autopolimerizable			
4. RECEPCION DE MUESTRAS					
Fecha de recepción de muestras	25 de Noviembre del 2024				El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.
Fecha de Ensayo	26 de Noviembre del 2024 al 27 de Noviembre del 2024				
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentás 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho-Lima				
5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO					
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:					
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN			CAPITULO/NUMERAL	
ISO 3597-3 : 2003	Textile-glass-reinforced plastics — Determination of mechanical properties on rods made of roving-reinforced resin — Part 3: Determination of compressive strength			--	
Requerimiento del solicitante	Se realizó el proceso de termociclado a temperaturas de 5 y 55°C, por la cantidad de 500 y 1000 ciclos			--	
6. CONDICIONES DE ENSAYO					
	Inicial	Final			
Temperatura	22.1 °C	22.1 °C			
Humedad Relativa	63.0 %HR	63.0 %HR			

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0186-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	29-11-2024																																																																		
7. RESULTADOS DE ENSAYOS																																																																							
7.1 ENSAYO DE COMPRESIÓN																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th><th>Diámetro (mm)</th><th>Longitud (mm)</th><th>Área (mm²)</th><th>Fuerza máxima (N)</th><th>Esfuerzo Compresión (Mpa)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>4.01</td><td>10.01</td><td>12.63</td><td>2957.02</td><td>234.14</td></tr> <tr><td>2</td><td>4.00</td><td>10.03</td><td>12.57</td><td>2831.77</td><td>225.35</td></tr> <tr><td>3</td><td>4.03</td><td>10.01</td><td>12.76</td><td>2784.88</td><td>218.33</td></tr> <tr><td>4</td><td>4.03</td><td>10.00</td><td>12.76</td><td>2554.80</td><td>200.29</td></tr> <tr><td>5</td><td>3.98</td><td>10.02</td><td>12.44</td><td>2174.69</td><td>174.80</td></tr> <tr><td>6</td><td>3.99</td><td>3.99</td><td>12.50</td><td>3075.13</td><td>245.94</td></tr> <tr><td>7</td><td>4.02</td><td>10.02</td><td>12.69</td><td>1515.04</td><td>119.37</td></tr> <tr><td>8</td><td>3.98</td><td>10.02</td><td>12.44</td><td>1535.09</td><td>123.39</td></tr> <tr><td>9</td><td>3.99</td><td>10.03</td><td>12.50</td><td>2027.58</td><td>162.16</td></tr> <tr><td>10</td><td>3.98</td><td>9.99</td><td>12.44</td><td>1592.24</td><td>127.98</td></tr> </tbody> </table>						Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)	1	4.01	10.01	12.63	2957.02	234.14	2	4.00	10.03	12.57	2831.77	225.35	3	4.03	10.01	12.76	2784.88	218.33	4	4.03	10.00	12.76	2554.80	200.29	5	3.98	10.02	12.44	2174.69	174.80	6	3.99	3.99	12.50	3075.13	245.94	7	4.02	10.02	12.69	1515.04	119.37	8	3.98	10.02	12.44	1535.09	123.39	9	3.99	10.03	12.50	2027.58	162.16	10	3.98	9.99	12.44	1592.24	127.98
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)																																																																		
1	4.01	10.01	12.63	2957.02	234.14																																																																		
2	4.00	10.03	12.57	2831.77	225.35																																																																		
3	4.03	10.01	12.76	2784.88	218.33																																																																		
4	4.03	10.00	12.76	2554.80	200.29																																																																		
5	3.98	10.02	12.44	2174.69	174.80																																																																		
6	3.99	3.99	12.50	3075.13	245.94																																																																		
7	4.02	10.02	12.69	1515.04	119.37																																																																		
8	3.98	10.02	12.44	1535.09	123.39																																																																		
9	3.99	10.03	12.50	2027.58	162.16																																																																		
10	3.98	9.99	12.44	1592.24	127.98																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th><th>Diámetro (mm)</th><th>Longitud (mm)</th><th>Área (mm²)</th><th>Fuerza máxima (N)</th><th>Esfuerzo Compresión (Mpa)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>4.05</td><td>10.03</td><td>12.88</td><td>1181.39</td><td>91.71</td></tr> <tr><td>2</td><td>4.03</td><td>9.99</td><td>12.76</td><td>1642.68</td><td>128.78</td></tr> <tr><td>3</td><td>4.03</td><td>9.98</td><td>12.76</td><td>1449.80</td><td>113.66</td></tr> <tr><td>4</td><td>3.98</td><td>9.99</td><td>12.44</td><td>1365.14</td><td>109.73</td></tr> <tr><td>5</td><td>3.98</td><td>10.03</td><td>12.44</td><td>1543.50</td><td>124.07</td></tr> <tr><td>6</td><td>3.99</td><td>10.03</td><td>12.50</td><td>1460.74</td><td>116.83</td></tr> <tr><td>7</td><td>3.98</td><td>10.02</td><td>12.44</td><td>1375.83</td><td>110.59</td></tr> <tr><td>8</td><td>4.01</td><td>9.99</td><td>12.63</td><td>1614.83</td><td>127.86</td></tr> <tr><td>9</td><td>4.03</td><td>9.10</td><td>12.76</td><td>979.27</td><td>76.77</td></tr> <tr><td>10</td><td>4.01</td><td>10.00</td><td>12.63</td><td>1486.41</td><td>117.70</td></tr> </tbody> </table>						Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)	1	4.05	10.03	12.88	1181.39	91.71	2	4.03	9.99	12.76	1642.68	128.78	3	4.03	9.98	12.76	1449.80	113.66	4	3.98	9.99	12.44	1365.14	109.73	5	3.98	10.03	12.44	1543.50	124.07	6	3.99	10.03	12.50	1460.74	116.83	7	3.98	10.02	12.44	1375.83	110.59	8	4.01	9.99	12.63	1614.83	127.86	9	4.03	9.10	12.76	979.27	76.77	10	4.01	10.00	12.63	1486.41	117.70
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)																																																																		
1	4.05	10.03	12.88	1181.39	91.71																																																																		
2	4.03	9.99	12.76	1642.68	128.78																																																																		
3	4.03	9.98	12.76	1449.80	113.66																																																																		
4	3.98	9.99	12.44	1365.14	109.73																																																																		
5	3.98	10.03	12.44	1543.50	124.07																																																																		
6	3.99	10.03	12.50	1460.74	116.83																																																																		
7	3.98	10.02	12.44	1375.83	110.59																																																																		
8	4.01	9.99	12.63	1614.83	127.86																																																																		
9	4.03	9.10	12.76	979.27	76.77																																																																		
10	4.01	10.00	12.63	1486.41	117.70																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th><th>Diámetro (mm)</th><th>Longitud (mm)</th><th>Área (mm²)</th><th>Fuerza máxima (N)</th><th>Esfuerzo Compresión (Mpa)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>4.01</td><td>10.03</td><td>12.63</td><td>1725.21</td><td>136.60</td></tr> <tr><td>2</td><td>4.00</td><td>10.01</td><td>12.57</td><td>1087.88</td><td>86.57</td></tr> <tr><td>3</td><td>4.03</td><td>10.03</td><td>12.76</td><td>961.53</td><td>75.38</td></tr> <tr><td>4</td><td>4.03</td><td>9.98</td><td>12.76</td><td>1269.44</td><td>99.52</td></tr> <tr><td>5</td><td>4.02</td><td>10.03</td><td>12.69</td><td>1233.55</td><td>97.19</td></tr> <tr><td>6</td><td>4.02</td><td>10.02</td><td>12.69</td><td>1174.36</td><td>92.53</td></tr> <tr><td>7</td><td>3.99</td><td>10.03</td><td>12.50</td><td>1141.99</td><td>91.33</td></tr> <tr><td>8</td><td>3.97</td><td>9.99</td><td>12.38</td><td>1466.24</td><td>118.45</td></tr> <tr><td>9</td><td>4.03</td><td>10.03</td><td>12.76</td><td>1361.36</td><td>106.73</td></tr> <tr><td>10</td><td>4.01</td><td>9.98</td><td>12.63</td><td>1116.85</td><td>88.43</td></tr> </tbody> </table>						Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)	1	4.01	10.03	12.63	1725.21	136.60	2	4.00	10.01	12.57	1087.88	86.57	3	4.03	10.03	12.76	961.53	75.38	4	4.03	9.98	12.76	1269.44	99.52	5	4.02	10.03	12.69	1233.55	97.19	6	4.02	10.02	12.69	1174.36	92.53	7	3.99	10.03	12.50	1141.99	91.33	8	3.97	9.99	12.38	1466.24	118.45	9	4.03	10.03	12.76	1361.36	106.73	10	4.01	9.98	12.63	1116.85	88.43
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)																																																																		
1	4.01	10.03	12.63	1725.21	136.60																																																																		
2	4.00	10.01	12.57	1087.88	86.57																																																																		
3	4.03	10.03	12.76	961.53	75.38																																																																		
4	4.03	9.98	12.76	1269.44	99.52																																																																		
5	4.02	10.03	12.69	1233.55	97.19																																																																		
6	4.02	10.02	12.69	1174.36	92.53																																																																		
7	3.99	10.03	12.50	1141.99	91.33																																																																		
8	3.97	9.99	12.38	1466.24	118.45																																																																		
9	4.03	10.03	12.76	1361.36	106.73																																																																		
10	4.01	9.98	12.63	1116.85	88.43																																																																		

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0186-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	29-11-2024
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.02	10.06	12.69	1319.61	103.97
2	4.00	10.05	12.57	906.54	72.14
3	3.99	10.03	12.50	868.87	69.49
4	4.05	10.05	12.88	929.29	72.14
5	4.03	10.03	12.76	863.41	67.69
6	4.05	10.00	12.88	1048.67	81.40
7	4.09	10.05	13.14	935.00	71.17
8	4.09	10.05	13.14	819.46	62.37
9	4.05	10.03	12.88	777.61	60.36
10	4.01	10.02	12.63	914.67	72.42

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.01	10.03	12.63	720.66	57.06
2	4.01	10.04	12.63	882.36	69.87
3	4.02	10.03	12.69	692.28	54.54
4	4.03	9.99	12.76	855.77	67.09
5	4.00	10.03	12.57	713.53	56.78
6	4.03	10.01	12.76	832.18	65.24
7	4.03	10.03	12.76	838.75	65.76
8	4.02	9.98	12.69	843.35	66.45
9	4.03	9.98	12.76	825.27	64.70
10	4.03	10.03	12.76	813.65	63.79

Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.00	10.03	12.57	758.81	60.38
2	3.99	10.01	12.50	634.49	50.74
3	3.99	9.98	12.50	731.69	58.52
4	3.99	9.99	12.50	669.03	53.51
5	4.03	9.99	12.76	691.65	54.22
6	4.02	10.06	12.69	716.37	56.44
7	4.03	10.05	12.76	688.49	53.98
8	4.00	10.03	12.57	636.08	50.62
9	4.03	10.05	12.76	727.94	57.07
10	4.03	10.03	12.76	685.47	53.74

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0136-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	24-09-2024
		<div><div>HTL</div><div>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE</div></div>			
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio					
El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.					
FIN DEL DOCUMENTO					

9.10. Anexo J

9.10.1. Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cuál será la diferencia de la resistencia a la fractura de la resina acrílica (Acrílico Autocurable) y la resina bis-acrílica (Bis-Acryl), Lima – Perú 2024?	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la resistencia a la fractura de la Resina Acrílica Autocurable y la Resina Bis-acrílica Autopolimerizable usadas como provisionales en una técnica directa in-vitro.</p> <p>OBJETIVO ESPECÍFICO</p> <p>Comparar la resistencia a la fractura de la Resina Acrílica Autocurable y Resina Bis-acrílica</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Resistencia a la Fractura</p> <p>Variable Independiente:</p> <p>Tipos de Resina (Resina Bis-acrílica Autopolimerizable y Acrílica Autocurable)</p>	<p>TIPOS DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Tipo: Aplicada, transversal, prospectivo, experimental.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA</p> <p>Se usará la totalidad de la población como muestra, lo que implicará el empleo de los 30 cilindros de resina bis acrílica CHARMTEMP y 30 muestras con Resina Acrílica Auto curable DURALAY. Y donde en cada grupo, 10 serán control, 10 con envejecimiento artificial 500 ciclos</p>

	<p>Autopolimerizable con y sin envejecimiento artificial dentro de 500cicos de termociclaje.</p> <p>Comparar la resistencia a la fractura de la Resina Acrílica Autocurable y Resina Bis-acrítica Autopolimerizable con y sin envejecimiento artificial dentro de 1000cicos de termociclaje.</p>		<p>y las otras 10 con envejecimiento artificial 1000 ciclos.</p> <p>PROCEDIMIENTO DE DATOS</p> <p>Mediante el uso del paquete estadístico SPSS, versión 25 se realizará un análisis de los datos respecto de los valores obtenidos de cada tipo de material después de las pruebas de fractura y se desarrollarán tablas y gráficos a partir de los resultados en base a los objetivos señalados</p> <p>Paquete estadístico SPSS 25.0</p> <p>Análisis descriptivo: Tablas y gráficos.</p>
--	--	--	--