

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

Escuela Académico Profesional de Odontología

Tesis

**Comparación in vitro de la resistencia a la compresión  
de incrustaciones de resina compuesta  
y cerómeros, Tacna 2023**

Linda Lorena Acha Razeto  
Diana Estefhany Sapana Mamani  
Rudy Ever Sosa Achillo

Para optar el Título Profesional de  
Cirujano Dentista

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

**A** : Claudia María Teresa Ugarte Taboada  
Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud

**DE** : Armando Moisés Carrillo Fernández  
Asesor de tesis

**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

**FECHA** : 16 de Octubre de 2023

---

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE INCRUSTACIONES DE RESINA COMPUESTA Y CERÓMEROS, TACNA 2023", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) LINDA LORENA ACHA RAZETO; DIANA ESTEFHANY SAPANA MAMANI; RUDY EVER SOSA ACHILLO, de la E.A.P. de Odontología; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 18 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

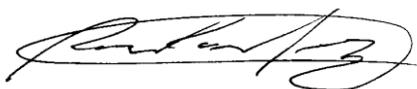
- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 15 ) SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Armando Moisés Carrillo Fernández  
Asesor de tesis

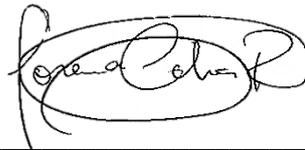
## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, LINDA LORENA ACHA RAZETO, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 40803208, de la E.A.P. de Odontología de la Facultad de Ciencias de la Salud la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE INCRUSTACIONES DE RESINA COMPUESTA Y CERÓMEROS, TACNA 2023", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

16 de Octubre de 2023.



---

LINDA LORENA ACH RAZETO

DNI. No. 40803208

## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, DIANA ESTEFHANY SAPANA MAMANI, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 71771026, de la E.A.P. de Odontología de la Facultad de Ciencias de la Salud la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

5. La tesis titulada: "COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE INCRUSTACIONES DE RESINA COMPUESTA Y CERÓMEROS, TACNA 2023", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista.
6. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
7. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
8. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

16 de Octubre de 2023.



---

DIANA ESTEFHANY SAPANA MAMAN

DNI. No. 71771026

## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, RUDY EVER SOSA ACHILLO, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 47315258, de la E.A.P. de Odontología de la Facultad de Ciencias de la Salud la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

9. La tesis titulada: "COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE INCRUSTACIONES DE RESINA COMPUESTA Y CERÓMEROS, TACNA 2023", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista.
10. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
11. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
12. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

16 de Octubre de 2023.



---

Rudy Ever Sosa Achillo

DNI. No. 47315258

## Diana Sapana final

---

### INFORME DE ORIGINALIDAD

---

**18%**

INDICE DE SIMILITUD

**15%**

FUENTES DE INTERNET

**4%**

PUBLICACIONES

**11%**

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

---

### FUENTES PRIMARIAS

---

**1**

**hdl.handle.net**

Fuente de Internet

**5%**

**2**

**Submitted to Universidad Continental**

Trabajo del estudiante

**5%**

**3**

**www.dspace.uce.edu.ec**

Fuente de Internet

**3%**

**4**

**repositorio.continental.edu.pe**

Fuente de Internet

**2%**

**5**

**upc.aws.openrepository.com**

Fuente de Internet

**1%**

**6**

**www.dspace.uce.edu.ec:8080**

Fuente de Internet

**1%**

**7**

**core.ac.uk**

Fuente de Internet

**1%**

**8**

**repositorio.uap.edu.pe**

Fuente de Internet

**1%**

**9**

**Submitted to Instituto Superior de Artes,  
Ciencias y Comunicación IACC**

**1%**

10

[www.labmilanes.com](http://www.labmilanes.com)

Fuente de Internet

1%

---

Excluir citas      Activo

Excluir coincidencias      < 1%

Excluir bibliografía      Activo

## **DEDICATORIA**

A Dios por iluminarme y guiarme siempre en la dirección correcta.

A mis amados padres, Parsemón Acha Cortéz y Linda Razeto Cavassa por depositar su confianza en que lograría alcanzar mis objetivos, brindándome todo apoyo de manera incondicional.

A mi querido hermano Gillinio Acha Razeto.

Linda Lorena.

A Dios y a mi padre Teodoro Sapaná Ticona que siempre me acompañan en cada paso que doy.

A mi querida y amada madre Genoveva Mamani Vicente Vda. De Sapaná y a mis hermanos José Basurto y Rosa Sapaná su apoyo incondicional y a toda mi familia.

Diana Estefhany.

A Dios, por guiar mi camino en la senda del conocimiento.

A mi querida madre Grimanesa Luz Achillo Pérez, por la confianza, comprensión y apoyo incondicional.

Rudy Ever.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por haber forjado nuestros caminos y dirigirnos por el sendero correcto. A su vez ayudarnos a aprender de nuestros errores y ser nuestra guía.

A la Universidad Continental por abrirnos sus puertas brindándonos la oportunidad de cumplir nuestras metas y así poder convertirnos en profesionales.

A nuestro Asesor CD. Armando Moisés Carrillo Fernández, por su dedicación al transmitirnos su conocimiento en la elaboración de nuestra tesis.

Lorena, Diana y Rudy.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN .....	x
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	11
1.1. Delimitación de la investigación .....	11
1.1.1. Delimitación territorial .....	11
1.1.2. Delimitación temporal .....	11
1.1.3. Delimitación conceptual.....	11
1.2. Planteamiento y formulación del problema .....	11
1.3. Formulación del problema .....	13
1.3.1. Problema general .....	13
1.3.2. Problemas específicos .....	13
1.4. Objetivos .....	13
1.4.1. Objetivo general .....	13
1.4.2. Objetivos específicos.....	13
1.5. Justificación.....	13
1.5.1. Justificación teórica .....	13
1.5.2. Justificación metodológica .....	14
1.5.3. Justificación práctica .....	14
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes del problema .....	15
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	15

2.1.2. Antecedentes nacionales.....	16
2.2. Bases teóricas .....	18
2.2.1. Resistencia a la compresión.....	18
2.2.2. Resinas compuestas .....	19
2.2.3. Resinas Bulk Fill .....	21
2.2.4. Cerómeros.....	24
2.3. Definición de términos básicos .....	27
<b>CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES .....</b>	<b>29</b>
3.1. Hipótesis.....	29
3.2. Identificación de variables .....	29
3.3. Operacionalización de las variables .....	30
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA.....</b>	<b>31</b>
4.1. Métodos, tipo y nivel de investigación .....	31
4.1.1. Método de la investigación.....	31
4.1.2. Tipo de la investigación.....	31
4.1.3. Alcance de la investigación .....	31
4.2. Diseño de la investigación .....	31
4.3. Población y muestra .....	31
4.3.1. Población .....	31
4.3.2. Muestra .....	32
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	32
4.4.1. Técnicas .....	32
4.4.2. Instrumento.....	32
4.4.3. Procedimiento.....	33
4.5. Consideraciones éticas .....	34
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
5.1. Análisis de resultados.....	35

5.1.1. Análisis descriptivo .....	35
5.1.2. Análisis inferencial.....	37
5.2. Discusión de resultados.....	41
CONCLUSIONES .....	43
RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
ANEXOS .....	49
Anexo 1: Matriz de consistencia .....	49
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables .....	50
Anexo 3: Instrumento de medición .....	51
Anexo 4: Resultados del análisis de laboratorio .....	52
Anexo 5: Certificado de calibración de instrumentos .....	55
Anexo 6: Evidencia fotográfica .....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Clasificación de las resinas compuestas según el tamaño de las partículas de relleno</i> .....	20
<b>Tabla 2</b> <i>Clasificación de resinas compuestas según Willems</i> .....	21
<b>Tabla 3</b> <i>Cuadro de operacionalización de variables</i> .....	30
<b>Tabla 4</b> <i>Fuerza máxima de la resina compuesta Opus Bulk Fill FGM</i> .....	35
<b>Tabla 5</b> <i>Resistencia a la compresión de la resina compuesta Opus Bulk Fill FGM</i>	35
<b>Tabla 6</b> <i>Fuerza máxima de los cerómeros Nexco Paste Ivoclar Vivadent y Ceramage</i> .....	36
<b>Tabla 7</b> <i>Resistencia a la compresión de los cerómeros Nexco Paste Ivoclar Vivadent y Ceramage</i> .....	36
<b>Tabla 8</b> <i>Prueba de normalidad de los datos</i> .....	37
<b>Tabla 9</b> <i>Prueba ANOVA de diferencia de media para fuerza máxima</i> .....	38
<b>Tabla 10</b> <i>Comparaciones múltiples para fuerza máxima</i> .....	38
<b>Tabla 11</b> <i>Prueba HSD de Tukey para fuerza máxima</i> .....	39
<b>Tabla 12</b> <i>Prueba ANOVA de diferencia de medias para resistencia a la compresión</i> .....	39
<b>Tabla 13</b> <i>Comparaciones múltiples para resistencia a la compresión</i> .....	40
<b>Tabla 14</b> <i>Prueba HSD de Tukey para resistencia a la compresión</i> .....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Presentación de tesistas</i> .....	57
<b>Figura 2</b> <i>Resinas y cerómeros</i> .....	57
<b>Figura 3</b> <i>Medición potencia lámpara para fotocurado de resina con Iled Woodpecker</i> .....	58
<b>Figura 4</b> <i>Dispositivo de teflón de 4 x 10 mm con aro de acero de resistencia para confeccionar los especímenes en resina compuesta</i> .....	58
<b>Figura 5</b> <i>Dispositivo de acero para confeccionar los especímenes de cerómeros..</i>	59
<b>Figura 6</b> <i>Procedimiento Resina Opus bulk fill</i> .....	59
<b>Figura 8</b> <i>Procedimiento cerómero Ceramage</i> .....	60
<b>Figura 9</b> <i>Procedimiento Nexco Paste Ivoclar Vivadent</i> .....	60
<b>Figura 10</b> <i>Polimerización de cerómeros</i> .....	60
<b>Figura 11</b> <i>Muestra de especímenes</i> .....	61

## **RESUMEN**

Objetivo: Comparar la resistencia a la compresión entre las incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, estudio In Vitro, Tacna 2023. Método: Científico, aplicada, explicativa, experimental – transversal y prospectivo, muestra de 36 especímenes de resina compuesta y cerómeros. Resultados: La resistencia media a la compresión de la resina Opus Bulk Fill FGM fue de 170,05 MPa, cerómero Nexco Paste Ivoclar Vivadent fue de 106,99 MPa y el cerómero Ceramage fue de 239,83 MPa, y fuerza máxima media equivalente a 2160,11 N, 1350,21 N y 3030,71 N respectivamente. Conclusión: Al comparar la resistencia a la compresión entre incrustaciones de resinas compuestas y cerómeros, estudio in vitro, Tacna 2023, se obtuvo que existe diferencia significativa entre los materiales en la dimensión fuerza máxima y resistencia a la compresión.

Palabras clave: Resina compuesto, cerómero, resistencia compresiva.

## **ABSTRACT**

Objective: To compare the resistance to compression between the inlays of composite resin and ceromers, In Vitro study, Tacna 2023. Method: Scientific, applied, explanatory, experimental - transversal and prospective, sample of 36 specimens of composite resin and ceromers. Results: The mean compressive strength of Opus Bulk Fill FGM resin was 170.05 MPa, Nexco Paste Ivoclar Vivadent ceromer was 106.99 MPa and Ceramage ceromer was 239.83 MPa, and mean maximum strength equivalent to 2160.11 N, 1350.21 N and 3030.71 N respectively. Conclusion: When comparing the resistance to compression between inlays of composite resins and ceromers, an in vitro study, Tacna 2023, it was found that there is a significant difference between the materials in the dimension of maximum strength and resistance to compression.

Keywords: Composite resin, ceromer, compressive strength.

## INTRODUCCIÓN

La restauración de los dientes mediante incrustaciones ha sido una práctica común en odontología para restablecer la forma y función de los dientes afectados por caries o fracturas. En la actualidad, existen diversos materiales disponibles para la fabricación de incrustaciones, entre los que se encuentran las resinas compuestas y los cerómeros. Estos materiales ofrecen características estéticas y propiedades mecánicas que los hacen adecuados para su uso en restauraciones dentales.

El objetivo de esta investigación fue comparar in vitro la resistencia a la compresión de incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, con el fin de evaluar su rendimiento mecánico y determinar si existen diferencias significativas entre ambos materiales. La resistencia a la compresión es una medida importante para evaluar la capacidad de un material para soportar cargas oclusales y resistir fracturas bajo estrés.

Se llevaron a cabo pruebas de resistencia a la compresión en un laboratorio dental especializado. Se seleccionaron muestras de incrustaciones de resina compuesta y cerómeros disponibles comercialmente en el mercado local. Estas muestras fueron sometidas a cargas de compresión utilizando un dispositivo de ensayo mecánico, y se registraron los valores de resistencia a la compresión para cada tipo de material.

Los resultados obtenidos en esta investigación proporcionan información relevante para los odontólogos y laboratorios dentales en la elección de los materiales más adecuados para las incrustaciones dentales. Además, ayuda a mejorar la comprensión de las propiedades mecánicas de las resinas compuestas y los cerómeros, y su comportamiento en condiciones de carga. Esto permitirá una toma de decisiones más fundamentada y basada en evidencia científica en la práctica clínica diaria.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Delimitación de la investigación**

#### **1.1.1. Delimitación territorial**

La investigación fue desarrollada en su totalidad en territorio nacional, específicamente formulada en la provincia de Tacna y ejecutada con el apoyo de un laboratorio certificado ubicado en la ciudad de Lima.

#### **1.1.2. Delimitación temporal**

La tesis fue desarrollada en el segundo trimestre del año 2023, se partió desde la recopilación de diversas fuentes bibliográficas durante el mes de abril, análisis de laboratorio y el correspondiente análisis estadístico de los resultados en el mes de mayo del mismo año.

#### **1.1.3. Delimitación conceptual**

Se planteó el desarrollo de la investigación en torno a la resistencia a la compresión de incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, debido al creciente interés en los tratamientos estéticos y en la identificación de los elementos que brindan mejores resultados.

### **1.2. Planteamiento y formulación del problema**

Son diversos los factores que ponen en riesgo la preservación de las piezas dentarias, las más frecuentes son las fracturas que se ocasionan a partir de traumas o por fisuras preexistentes, el desgaste ocasionado por lesiones no cariosas, caries dental; todos estos son factores generan una pérdida progresiva de los tejidos dentales, por esta razón durante muchos años se realiza la búsqueda de alternativas tanto técnicas así como materiales que permitan la restauración para el reemplazo de tejidos perdidos y dar solución a dichos problemas en la cavidad oral (1).

Fue durante el año 1830 que se introdujo por primera vez a la amalgama como material de restauración dental, fundamentado en sistemas de retención mecánica, situación que se mantuvo hasta finales del año 1950 y principios de 1960, año en el cual se crearon las resinas compuestas basados en sistemas de retención micromecánicas al sustrato dental, mostrando como resultado menos pérdida de sustancia dental en su preparación y mayor estética en comparación con la amalgama. (2)

Las resinas dentales presentan muchas propiedades y características que las convierten en un buen material dental de restauración principalmente por su estética, adhesión al esmalte dental, siguiendo principios de la odontología mínimamente invasiva empero, respecto a la longevidad no supera a la de la amalgama, además que su uso no se encuentra libre de posibles problemas como las fracturas, desgaste, cambios en la coloración, microfiltraciones, entre otros (3).

Los sistemas de adhesión de las resinas permiten la realización de preparaciones dentarias más conservadoras, manteniendo la mayor parte de la estructura dentaria, además su utilización para corrección de forma, color, posición (4). Además ofrece otros beneficios como la facilidad de su manejo, tener opciones de ser reparables, bajo costo, buen nivel de mimetización, facilidades del pulido, entre otros (5).

El éxito clínico de las restauraciones se encuentra relacionados de forma indirecta al tipo de material empleado para la creación de la unión entre la restauración y el sustrato dental. Según estudios e investigaciones que se han desarrollado a nivel mundial respecto a los materiales odontológicos han servido de mucha ayuda para que puedan crearse nuevos materiales y nuevas técnicas clínicas para lograr el éxito en diversos tratamientos restauradores y protésicos obteniendo longevidad y a la vez estética y función (6).

Los sistemas empleados en la actualidad lograron evolucionar de forma favorable, principalmente en la reducción de pasos durante la técnica de cementado, permitiendo de esta manera una reducción de posibles errores durante las restauraciones protésicas.

La odontología, con el transcurso del tiempo, ha logrado la mejora de las características y propiedades de todos los materiales usados en las restauraciones, siendo cada vez más eficientes, debido a que no solo se observan resultados sobre aspectos estéticos sino también en la funcionalidad, por tanto es fundamental que la resistencia

logre generar altas expectativas en los pacientes y los profesionales, para que las prótesis logren resistir determinadas fuerzas y no se colapsen (7).

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es la diferencia en la resistencia a la compresión entre incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, estudio *In Vitro*, Tacna 2023?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

¿Cuál es la resistencia a la compresión de incrustaciones de resina compuesta?

¿Cuál es la resistencia a la compresión de incrustaciones de cerómeros?

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Comparar la resistencia a la compresión entre las incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, estudio *In Vitro*, Tacna 2023.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

Determinar la resistencia a la compresión de incrustaciones de resina compuesta.

Determinar la resistencia a la compresión de incrustaciones de cerómeros.

### **1.5. Justificación**

#### **1.5.1. Justificación teórica**

Teóricamente se justifica porque a través de la investigación se realizó la generación de nuevos conocimientos entorno a la resistencia compresiva de incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, que serán fuente de información para los profesionales de la especialidad e inclusive para los propios pacientes para conocer las mejores cualidades de los productos que se empleen en sus tratamientos.

### **1.5.2. Justificación metodológica**

Metodológicamente se justifica porque la estructura metodológica que se usó fue formulada a partir de una minuciosa revisión bibliográfica, procedimiento estudien que podrá servir como referencia para el desarrollo de futuras investigaciones que la misma problemática.

### **1.5.3. Justificación práctica**

Prácticamente se justifica porque los resultados del estudio serán beneficiosos para los cirujanos dentistas, permitiendo a los profesionales la elección de las resinas y cerómeros con mejores características y mayor beneficio para los pacientes.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del problema

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Chantera (8), a través de un estudio experimental, in vitro, comparativo. Muestra conformada por 3 grupos de 12 unidades, establece que existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión de incrustaciones de cerómeros ( $p < 0.05$ ), además que el procedimiento de la polimerización con autoclave o microondas otorga a los cerómeros una alta resistencia compresiva, siendo valores superiores en comparación de otros similares, por tanto se deben de considerar como una buena alternativa cuando se elaboren restauraciones.

Nica et al. (9), a través de un estudio experimental y prospectivo, con una muestra de 15 cilindros se estableció que la resina nano híbrida Filtek Z550 cuenta con media de resistencia de 267.67, Z250 con 254.31 y Filtek Bulk Fill con 234.17, concluyendo de esta manera la existencia de diferencias significativas entre las resinas analizadas.

Ramírez et al (10), mediante el análisis de materiales restaurativos de cerámica estableció que al no contar con base obtiene una mayor media de resistencia con 105.16Kgf, superior a aquellos que se realizan con base que registraron medias de 77.04 y 94.81, por tanto, se concluyó que la resistencia a la fractura de cerámicas de di silicato de litio son superiores en cavidades o restaurantes que se aplican sin base cavitaria.

Conterón (11), a través de un estudio in vitro se determinó la aplicación del método de inyección otorga mejores propiedades mecánicas de resistencia compresiva y flexiva respecto al prensado manual, pues presentaron resistencia

compresiva equivalente a 200.57Mpa y resistencia a la flexión de 568.42Mpa, superiores al método manual.

Chávez (12), mediante un estudio comparativo e in vitro se demostró que las restauraciones realizadas mediante incrustaciones de tipo inlay proporcionó una menor resistencia que las tipo onlay, pues la media fue de 649.47N para tipo inlay y 899.67N para tipo onlay.

Castillo (13), mediante el análisis de resinas compuestas a través de un estudio in vitro logró determinar que la resistencia a la compresión es superior en resinas Tetric® Evo-Ceram con 111.607MPa, Admira Fusion X-tra con 99.273MPa y Filtek™ con 51.964MPa, permitiendo concluir la presencia de diferencias significativas en la media de resistencia compresiva, a favor de la resina Tetric® Evo-Ceram que presenta mejores registros.

Landinez et al (14), mediante la evaluación de la resistencia a la compresión de G-CAM Grafeno y Vita Enamic, permitió evidenciar que las láminas de G-CAM Grafeno son superior con una resistencia máxima de 1.67Nw en comparación a la Vita Enamic con 0.85Nw, demostrando que existen diferencias significativas estadísticamente demostrables.

Espinoza (15), a través de un estudio in vitro de 52 molares preparados y restaurados con Filtek™ P60 y 3M™ Vitremer™, se demostró que la resistencia a la fractura es superior para las muestras restauradas con ionómero/composite con una media de 816.439Mpa en comparación a aquellas restauradas únicamente con resinas compuesta que registraron una media de 650.307Mpa.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Romani (16), a través de un estudio comparativo e in vitro de la resistencia compresiva de cerómeros y resinas compuestas, se determinó que la resina Tetric N-Ceram presenta mayor resistencia con 305.74MPa, resina Filtek Z350 con 305.69MPa, cerómero Nexco con 178.75MPa y cerómero Signum Ceramis con 170.58, concluyendo que la resistencia a la compresión es mayor en resinas compuesta a comparación de los cerómeros.

Parra (17), a través de un estudio experimental y comparativo determinó que la resistencia compresiva de incrustaciones de Adoro cementadas con CRCA

es igual a 736.7MPa y aquellas que se encuentran cementadas con CRC de 679.9MPa, estableciendo estadísticamente que existen diferencias significativas entre ambos elementos ( $t=-2.737$ ;  $p\text{-valor}=0.014$ ).

Tantaleán (18), a través de un estudio comparativo se estableció que la resistencia compresiva de Filtek Z350XT es 218.86MPa, Tetric N Ceram es 218.86MPa, Filtek Flow es 225.96MPa y Tetric Flow es 186.30MPa, estableciéndose estadísticamente que las resinas de alta densidad presentan mayor resistencia a la compresión respecto a las resinas de baja densidad.

Mendoza et al (19), a través de un estudio in vitro establecieron que las resinas Aura Bulk Fill SDI poseen una media de resistencia compresiva equivalente a 166.89MPa, Opus Bulk Fill APS con 174.17MPa y 3M Filtek One Bulk Fill Restorative con 208.82MPa, reflejando que existen diferencias estadísticas significativas entre la resistencia a la compresión media de las resinas estudiadas.

Carasas (20), mediante un estudio observacional y descriptivo logró identificar que los niveles de conocimientos sobre incrustaciones de egresados de la especialidad de odontología de una universidad pública son buenos en un 64.7%, deficientes en un 25.5% y regulares en 9.8%, siendo las mujeres quienes registran mejores niveles con 70.3%, concluyendo que los estudiantes recién egresados lograrán desempeñarse adecuadamente en los procesos de incrustaciones dentales en su labor profesional.

Vivas (21), mediante el estudio de un caso clínico de restauración con resina compuesta se determina que son una alternativa de restauración convencional, presentando ventajas como el control preciso del contorneado y modelado, mejorando considerablemente las propiedades físicas del elemento restaurador, empero requieren de dos o más citas y una preparación agresiva.

Mori (22), a través de un estudio in vitro de ionómeros de vidrio restaurador se determinó que la marca comercial que posee la mayor resistencia a la fuerza compresiva a nivel nacional es la Ketac Molar Easymix, superiores a marcas como Fuji IX ( $p=0.041$ ) y Densell ( $p=0.001$ ).

Tejada et al (23), mediante un estudio cuantitativo y comparativo se estableció que las resinas de nanopartículas poseen una mayor resistencia

compresiva con un promedio estimado en 148.47MPa y las resinas de suprananopartículas con 92.09MPa, permitiendo concluir que existen diferencias significativas a favor de las resinas de nanopartículas.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Resistencia a la compresión**

Se denomina de esta forma a la resistencia interna que poseen los materiales en oposición a las fuerzas que buscan comprimirlo o aplastarlo. Por tanto, si un material es colocado bajo una carga compresiva que tiene a encogerlo, a dicha fuerza se denomina fuerza de compresión, asociada también con la deformación por compresión, y en caso se analice la máxima tensión que es posible aplicar a los materiales antes de su fractura, se habla de la resistencia compresiva (24).

Es la capacidad de los materiales para resistir la deformación elástica, plástica y destrucción respecto a grandes fuerzas mecánicas realizadas de manera clínica por fuerzas masticatorias resultantes, también se le describe como la propiedad física-mecánica de los objetos que son sometidos a una fuerza en un sola dirección, generando la deformación elástica porque debido a que se incrementa la carga, esta hará que el cuerpo padezca una respuesta de fractura, a causa que la carga máxima sobrepasa la resistencia de los cuerpos (25).

La resistencia a la compresión indica la capacidad demostrada por un material para resistir presiones verticales; es decir la tensión máxima que puede soportar un material antes de fracturarse. Se debe tener en cuenta esta propiedad mecánica, ya que durante el acto masticatorio y/o movimientos para funcionales la mayoría de las fuerzas transmitidas en la región posterior de nuestra boca son particularmente compresivas. Este tipo de fuerzas podrían ocasionar fracturas tanto en la restauración como en la pieza dentaria (26).

Por tanto, se entiende como la facultad de los elementos para tolerar la fuerza sin llegar a quebrarse, su estudio tiene sustento teórico y clínico, porque esta característica es muy importante para la trituración como otras fuerzas involucradas. La firmeza de los materiales es trascendental en contraste a otros quebradizo y pueden ser lastimados al ofrecer resistencia a las fuerzas de masticación.

### 2.2.2. Resinas compuestas

También denominadas composites, son todos aquellos materiales que forman parte del campo de la odontología Restauradora y Conservadora, que tiene como objetivo principal devolver la anatomía y funcionalidad de las piezas dentarias en las cuales se ha registrado pérdida de sustancia y/o debilitamiento de los tejidos, pudiendo este ser debido a traumatismos, malformaciones o caries dental (27).

Según Anusavice (28), las resinas compuestas son materiales sintéticos que se encuentran mezclados de forma heterogénea y que conforman un compuesto de moléculas de elementos variados, estos componentes pueden llegar a ser de cohesión y/o refuerzo. Los componentes de cohesión envuelven y unen los componentes de refuerzo, permitiendo mantener la rigidez y la posición de éstos. Los refuerzos brindan propiedades físicas, mejorando aspectos de cohesión y rigidez. Debido a esta combinación de materiales, se logra obtener propiedades mecánicas superiores a los materiales de los cuales proviene.

Las resinas compuestas son, por tanto, materiales restauradores estéticos y conservadores que buscan satisfacer las necesidades de funcionalidad y estética de pacientes, conformado por una matriz orgánica y una fase dispersa en la que se encuentran partículas de relleno inorgánico, debido a sus características físicas, mecánicas y estéticas son el material más empleado en la odontología (29).

De manera básica las resinas compuestas se encuentran conformadas por tres elementos principales, químicamente diferentes (28):

- Matriz orgánica o fase orgánica, es aquella que determina el endurecimiento del material y es la responsable de la polimerización, además de la estabilidad del color y la tendencia al reblandecimiento de los composites, entre otras propiedades se encuentran también la contracción a la polimerización y la absorción de agua, que también dependen del relleno y la matriz.
- Fase inorgánica, también denominada fase dispersa, se encuentra conformada por partículas material de relleno y pigmentos colorantes, entre los materiales de relleno se hace uso frecuentemente de partículas de dióxido de silicio o silicatos, los que son mezclados en diferentes tamaños y proporciones.

- Fase de acoplamiento, el agente de unión permite una fuerte unión covalente entre los rellenos inorgánicos y la matriz orgánica, resultado que se obtiene a través del bañado de los rellenos con el agente de unión, el silano.

En cuanto a la clasificación, las resinas compuestas se logran clasificar de acuerdo al tamaño y la forma de las partículas de relleno, generando una variedad de posibilidades entre las cuales se puede escoger en el mercado, pero cada una de estas presentan determinadas características mecánicas y estéticas, siendo generalmente la localización y el tipo de restauración los que permiten determinar qué tipo de resina compuesta se deberá de usar en cada caso (30).

**Tabla 1** *Clasificación de las resinas compuestas según el tamaño de las partículas de relleno*

<b>Tipo de resina compuesta</b>	<b>Tamaño de partículas</b>
Macro relleno	10 – 50 $\mu\text{m}$
Micro relleno	40 – 50 nm
Híbridas	10 – 50 $\mu\text{m}$ + 40 nm
Relleno medio	1 – 10 $\mu\text{m}$ + 40 nm
Minirelleno o microhíbridos	0.6 – 1 $\mu\text{m}$ + 40 nm
Nano relleno	5- 100 nm
Nanohíbridos	0.6 – 1 $\mu\text{m}$ + 5 – 100 nm

Otra clasificación de las resinas compuestas, muy popular es la Willems, el cual se fundamenta en diversos parámetros, como el módulo de Young, el porcentaje en volumen del relleno inorgánico, el tamaño de las partículas principales, la rugosidad superficial y la fuerza de compresión (31):

**Tabla 2** *Clasificación de resinas compuestas según Willems*

<b>Tipo de composite</b>	<b>Relleno</b>
Densificados	
– De relleno medio	<60% en volumen
○ Ultrafinos	Partículas < 3 microm
○ Finos	Partículas > 3 microm
– De relleno compacto	>60% en volumen
○ Ultrafinos	Partículas < 3 microm
○ Finos	Partículas > 3 microm
Microfinos	
– Homogéneos	Tamaño medio de las partículas = 0.04 microm
– Heterogéneos	
Mixtos	Mezcla de composites densificados y microfinos
Tradicionales	Equivalente a los llamados composites de macrorelleno en otras clasificaciones
Reforzados con fibras	Composites de uso industrial

Tabla N° 2, clasifica a las resinas compuestas según el porcentaje del relleno en volumen, el tamaño de partículas, la resistencia a la compresión y la rugosidad superficial.

### **2.2.3. Resinas Bulk Fill**

Las resinas Bulk Fill, también conocidas como resinas de carga masiva, son materiales de restauración utilizados en odontología. Estas resinas se caracterizan por su capacidad para ser colocadas en incrementos más gruesos de lo normal, lo que permite reducir el tiempo de trabajo y simplificar el proceso de restauración dental (32).

A diferencia de las resinas compuestas convencionales, que generalmente se colocan en capas delgadas de aproximadamente 2 mm, las resinas Bulk Fill se diseñan para ser aplicadas en capas más gruesas, de hasta 4 o 5 mm de espesor. Esto se logra mediante la incorporación de aditivos especiales en la formulación de la resina, que mejoran su capacidad de polimerización y reducen la contracción durante el proceso de curado.

La principal ventaja de las resinas Bulk Fill es su capacidad para acelerar el tiempo de trabajo del dentista, ya que se requieren menos capas y menos pasos para completar una restauración dental. Además, estas resinas suelen tener propiedades de flujo y adaptación superiores, lo que facilita su colocación en cavidades de difícil acceso (33).

Es importante destacar que, aunque las resinas Bulk Fill ofrecen algunas ventajas en términos de eficiencia y tiempo de trabajo, no todas las situaciones clínicas son adecuadas para su uso. Dependiendo del tamaño y la ubicación de la cavidad a restaurar, así como de la estética y las demandas funcionales del paciente, el dentista determinará si las resinas Bulk Fill son apropiadas en cada caso particular.

Las resinas Bulk Fill son materiales compuestos utilizados en odontología que están diseñados específicamente para permitir la colocación en capas más gruesas de lo habitual. La composición de estas resinas puede variar dependiendo del fabricante y del producto específico, pero generalmente contienen los siguientes componentes principales (33):

- Monómeros: Las resinas Bulk Fill están compuestas principalmente por monómeros de resina. Estos monómeros se combinan durante el proceso de polimerización para formar una matriz sólida y resistente.
- Cargas: Las resinas Bulk Fill contienen una cantidad significativa de cargas inorgánicas. Estas cargas pueden incluir partículas de vidrio, cerámica o sílice, que se agregan para aumentar la resistencia y mejorar las propiedades mecánicas del material.
- Iniciadores de polimerización: Para que la resina se endurezca y se vuelva sólida, se utilizan iniciadores de polimerización. Estos iniciadores pueden ser activados mediante luz (fotopolimerización) o mediante una combinación de luz y activadores químicos.
- Aditivos especiales: Las resinas Bulk Fill a menudo contienen aditivos especiales que mejoran la fluidez y la adaptación del material. Estos aditivos facilitan la colocación de la resina en cavidades de difícil acceso y aseguran una distribución uniforme.

- Estabilizadores y agentes de unión: Algunas resinas Bulk Fill pueden contener estabilizadores para mejorar la resistencia a la degradación y agentes de unión para promover la adhesión del material a la estructura dental.

### **2.2.3.1. Opus Bulk Fill**

Opus Bulk Fill APS es una resina compuesta foto curable de baja contracción y tensión diseñada específicamente para restauraciones en grandes incrementos, incluso en superficies oclusales, con un espesor de hasta 5 mm. Se encuentra disponible en tres colores populares: A1, A2 y A3.

Este producto utiliza la innovadora tecnología APS, desarrollada y patentada por FGM. Esta tecnología única permite prever el resultado final de la restauración, ya que no se producen variaciones de color u opacidad antes y después del foto curado. Además, ofrece una mayor duración del tiempo de trabajo, ya que es menos sensible a la luz ambiente.

El composite Opus Bulk Fill APS se recomienda para diversas aplicaciones, que incluyen restauraciones directas tanto en dientes anteriores como posteriores. Además, se puede utilizar como base para restauraciones directas, para realizar pequeñas reparaciones de defectos de esmalte y para reparar materiales temporales en acrílico y resina.

Opus Bulk Fill APS ofrece una serie de beneficios significativos:

- Tecnología APS: Incorpora el sistema APS, el cual proporciona un mayor tiempo de trabajo con la resina y permite prever el color definitivo tanto antes como después del foto curado.
- Estratificación: Facilita el relleno en incrementos de hasta 5 mm, incluso en la superficie oclusal, lo que simplifica el proceso de restauración.
- Rellenado único: En ciertos casos de restauraciones directas, existe la posibilidad de realizar un único relleno, lo cual agiliza el procedimiento.

- Ahorro de tiempo: Al utilizar incrementos de mayor tamaño durante la estratificación, se logra un ahorro considerable de tiempo en el proceso de restauración.
- Fácil manipulación: Posee una excelente consistencia que facilita el manejo de la resina, permitiendo una aplicación sencilla y precisa.
- Elevada resistencia mecánica: Ofrece una resistencia mecánica notable, lo que contribuye a la durabilidad y longevidad de la restauración.
- Mantenimiento del brillo y pulido: Opus Bulk Fill APS presenta una capacidad excepcional para mantener el brillo y el pulido de la resina a lo largo del tiempo, lo que proporciona resultados estéticos duraderos.

#### **2.2.4. Cerómeros**

Es un material dental de cerámica híbrida avanzada para la fabricación de prótesis dentales que consiste en la combinación de una matriz de resina altamente curada y partículas poliméricas de poli vidrio, permitiendo obtener un híbrido uniforme que genera un material con mayor resistencia a la cerámica pura y un efecto de transmisión de luz similar al del esmalte natural (24).

Los cerómeros son polímeros optimizados con cerámica que poseen partículas de relleno inorgánicas a base de dióxidos de silicio que proporcionan al material una estructura relativamente homogénea, brindando superficies uniformes con mejores indicadores de resistencia frente a la pérdida de brillo, presencia de pigmentaciones y formación de biopelículas, resultando en restauraciones altamente estéticas (34).

Para Venezia (35), son biomateriales dentales obtenidos a partir de las resinas compuestas reforzadas con partículas de cerámica, también pueden ser denominados como resinas compuestas reforzadas con cerámica, resinas compuestas para técnica indirecta y resinas compuestas para laboratorio.

Estos fueron procesados por diferentes casas comerciales de manera independiente, en la actualidad aún se sigue mejorando la fórmula para

proporcionar excelentes propiedades al biomaterial, con la finalidad de proporcionar una buena adaptación marginal, contornos anatómicos, precisión, abrasión similar a la estructura dentaria, menor absorción acuosa para reducir los cambios de color y ausencia de sensibilidad postoperatoria.

Estructuralmente los cerómeros poseen una matriz orgánica constituida por BisGMA, UDMA, TEGDMA y otros monómeros polifuncionales que presentan más sitios para formar uniones durante la polimerización, contienen relleno inorgánico (60-75%) del cual dependerá las propiedades físicas y mecánicas del cerómero, además contiene micropartículas de cerámica de 0,04 a 1 micrómetros que son menos abrasivas con los dientes antagonistas, el relleno intersticial en su matriz le proporciona una estructura homogénea y tridimensional finalmente el vinil silano actúa como agente de unión entre el relleno y la matriz (36).

La composición exacta del cerómero puede variar entre los diferentes fabricantes y productos, pero generalmente incluye los siguientes componentes (37):

- Base de polímero acrílico: El polímero acrílico actúa como la matriz principal del cerómero. Proporciona resistencia, durabilidad y flexibilidad al material. La base de polímero acrílico suele estar compuesta por una mezcla de monómeros acrílicos, polímeros de metacrilato y otros aditivos.
- Partículas de cerámica: Las partículas de cerámica están dispersas en la matriz de polímero acrílico. Estas partículas de cerámica pueden ser óxidos metálicos, como alúmina o zirconio, que se agregan para mejorar la apariencia estética del cerómero y proporcionar una apariencia más natural similar a la de los dientes.
- Pigmentos y colorantes: Para lograr una apariencia estética y coincidir con el tono de los dientes naturales, se agregan pigmentos y colorantes al cerómero. Estos pigmentos y colorantes se mezclan con la matriz de polímero acrílico para lograr el color deseado.
- Aditivos y estabilizadores: Se pueden agregar aditivos y estabilizadores al cerómero para mejorar sus propiedades físicas y químicas. Estos aditivos pueden incluir agentes de unión, plastificantes, agentes de fluidez, entre otros

#### **2.2.4.1. Sr Nexco Paste Ivoclar Vivadent**

SR Nexco Paste es un composite de laboratorio fotopolimerizable que se utiliza en restauraciones dentales con o sin estructura. Está compuesto por micro rellenos opalescentes que proporcionan un aspecto natural a las restauraciones. Incluso con diferentes espesores de capa, es posible lograr una apariencia muy similar a la de los dientes naturales en restauraciones dentales fijas y removibles, incluso en presencia de encías artificiales. La alta concentración de rellenos inorgánicos opalescentes ofrece beneficios significativos en términos de resistencia al desgaste, pigmentación, manipulación y brillo de la superficie.

SR Nexco Paste posee propiedades físicas sobresalientes gracias a la combinación de su matriz específica con los macrorelleno opalescentes inorgánicos, los cuales contribuyen a lograr una estructura uniforme en el material. La proporción equilibrada entre estos dos componentes resulta en propiedades físicas excelentes que se adaptan a las unidades de polimerización más populares disponibles en el mercado.

En cuanto a las propiedades estéticas de SR Nexco Paste, al observarla bajo luz transmitida se aprecia una amplia gama de características luminópticas. La restauración muestra opalescencia y translucidez que se asemejan a los efectos lumínicos dinámicos presentes en los dientes naturales. El comportamiento de la luz en las diferentes áreas, como el cuello dental, las zonas de dentina y el área incisal, es muy similar al de los dientes naturales.

#### **2.2.4.2. Ceramage**

Ceramage es un material de recubrimiento y restauración dental que pertenece a la familia de las cerámicas híbridas. Se utiliza en odontología para restauraciones estéticas y funcionales en dientes anteriores y posteriores. Ceramage se caracteriza por su versatilidad y capacidad de mimetizarse con los dientes naturales, ofreciendo una apariencia estética y natural.

Este material se compone de una matriz de resina y micro rellenos cerámicos, lo que le confiere propiedades mecánicas y ópticas similares a las de los dientes naturales. Además, Ceramage puede ser esculpido y pulido para obtener una forma y textura adecuadas, logrando una integración armoniosa con el resto de los dientes.

Una de las ventajas de Ceramage es su capacidad de adhesión a diversas estructuras dentales, ya sea esmalte, dentina o metal. También se puede utilizar para restauraciones directas e indirectas, como carillas, incrustaciones e incluso puentes dentales.

Ceramage ofrece una excelente resistencia a la compresión y al desgaste, lo que garantiza la durabilidad de las restauraciones a largo plazo. Además, es resistente a las manchas y a la decoloración, lo que permite mantener la apariencia estética de la restauración a lo largo del tiempo.

### **2.3. Definición de términos básicos**

- A. Cerómero: Un cerómero es un material dental que combina características de las cerámicas y las resinas compuestas. Está compuesto por partículas de cerámica suspendidas en una matriz de resina.
  
- B. Composición de la Resina: La composición de la resina se refiere a los componentes químicos y materiales utilizados para crear una resina específica. Esto puede incluir monómeros, polímeros, cargas y otros aditivos que determinan sus propiedades físicas y químicas.
  
- C. Composición del Cerómero: La composición del cerómero se refiere a la fórmula o mezcla específica de ingredientes utilizados para fabricar este material dental. Puede incluir cerámica, resina y otros componentes.
  
- D. Fuerza Máxima: La fuerza máxima se refiere al valor más alto de una fuerza que puede aplicarse a un material o estructura antes de que se produzca un fallo o una deformación significativa. En el contexto de la resistencia compresiva, la fuerza máxima es la carga máxima que un material puede soportar antes de colapsar bajo compresión. Se expresa en unidades de fuerza, como newtons (N) o kilonewtons (kN), dependiendo de la escala de la prueba.

- E. Megapascuales (MPa): El megapascal es una unidad de medida de presión y resistencia mecánica en el Sistema Internacional de Unidades (SI). Un megapascal es igual a un millón de pascuales. Se utiliza comúnmente para medir la resistencia de materiales, como la resistencia a la compresión o a la tracción.
- F. Newton (N): El newton es la unidad de medida de la fuerza en el SI. Un newton es la cantidad de fuerza necesaria para acelerar una masa de un kilogramo a una velocidad de un metro por segundo al cuadrado.
- G. Pascal (Pa): El pascal es la unidad base del SI para la presión y la tensión. Un pascal es igual a un newton por metro cuadrado ( $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ ). Se utiliza para medir la presión y la fuerza por unidad de área.
- H. Resina Compuesta: La resina compuesta es un material dental utilizado para restauraciones dentales. Está compuesta por una mezcla de polímeros y partículas de relleno, y se utiliza comúnmente para restauraciones estéticas debido a su capacidad para imitar el aspecto de los dientes naturales.
- I. Resina: Una resina se refiere a un material compuesto orgánico que puede endurecerse bajo ciertas condiciones. En odontología, las resinas se utilizan en la fabricación de materiales dentales, como rellenos y restauraciones.
- J. Resistencia Compresiva: La resistencia compresiva es una medida de la capacidad de un material para resistir fuerzas de compresión, es decir, fuerzas que tienden a comprimir o reducir el tamaño del material. Se mide típicamente en megapascuales (MPa) y se utiliza para evaluar cómo un material o estructura soporta cargas de compresión.
- K. Resistencia: En el contexto general, la resistencia se refiere a la capacidad de un material o estructura para soportar fuerzas o cargas sin deformarse o romperse. Puede relacionarse con la resistencia a la tracción, compresión, flexión, corte, entre otros tipos de fuerzas.

## **CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **3.1. Hipótesis**

Hi: Existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, estudio In Vitro, Tacna 2023.

Ho: No existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, estudio In Vitro, Tacna 2023.

### **3.2. Identificación de variables**

#### **Variable 1: Resistencia a la compresión**

Fuerzas internas que resisten cargas sobre un cuerpo que tiende a comprimirlo o acortarlo.

#### **Variable 2: Tipo de material**

Material de restauración activado por luz UV, compatible con los tejidos dentarios.

### 3.3. Operacionalización de las variables

**Tabla 3** Cuadro de operacionalización de variables

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Instrumento</b>
Resistencia compresiva	Carga máxima que un material puede resistir antes de fracturarse	Megapascal (MPa)	Razón	Ficha de recolección de datos
Tipo de material	Material de restauración	Resina compuesta Cerámico	Nominal	Ficha de recolección de datos

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA**

### **4.1. Métodos, tipo y nivel de investigación**

#### **4.1.1. Método de la investigación**

Científico, debido a que se realizó una secuencia muy ordenada y analítica donde se examinaron los fenómenos que se desean investigar (38).

#### **4.1.2. Tipo de la investigación**

Investigación aplicada, debido a que tuvo como objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa a la solución de problemas específicos de la sociedad o determinado sector (38).

#### **4.1.3. Alcance de la investigación**

Pertenece al nivel explicativo; debido a que se buscó establecer relaciones de causa y efecto de dependencia entre la resistencia de las resinas compuestas y cerómeros a la aplicación de la fuerza de compresión (39).

### **4.2. Diseño de la investigación**

El diseño del estudio es experimental de corte transversal y prospectivo, porque los datos requeridos para la investigación fueron de origen primario, recolectados en un solo momento en el tiempo (38).

### **4.3. Población y muestra**

#### **4.3.1. Población**

Se determina que la población es un grupo de casos que poseen características similares de tiempo, contenido y lugar (39). Para cumplir con los objetivos del estudio, la población se encontró conformada por la resina compuesta Opus Bulk Fill y los cerómeros SR Nexco Paste Ivoclar Vivadent y Ceramage.

### **4.3.2. Muestra**

La muestra es una parte representativa de la población sobre el cual se realizará la toma de datos y las mediciones pertinentes (39). En la presente se recurrirá a un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando una muestra conformada por 36 especímenes de resina compuesta y cerómeros, conformando 4 grupos experimentales.

## **4.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

### **4.4.1. Técnicas**

Se recurrió a la observación experimental, técnica consiste en el recojo de datos de manera sistemática, válido y confiable.

### **4.4.2. Instrumento**

#### **A. Diseño**

El instrumento es una ficha de recolección de datos representado por un cuadro de doble entrada que permitió el registro de los valores como el diámetro, longitud, área, fuerza máxima y esfuerzo de compresión de cada muestra analizada en la máquina de ensayos digital modelo CMT-5L serie 7419.

#### **B. Confiabilidad**

La ficha de recolección de datos y la forma de desarrollo del mismo fue utilizado durante mucho tiempo y en diversas investigaciones experimentales, por tanto se puede inferir que la confiabilidad se encuentra garantizada, además al respecto Hernández (40), refiere que para el tipo de investigación planteado y el tipo de instrumento usado no se requiere la confiabilidad al tratarse de una ficha de datos.

#### **C. Validez**

El instrumento de recolección de datos fue validado a través de la evaluación de tres jueces expertos, a partir del cual se logró la certificación del mismo para su aplicabilidad en la investigación.

#### 4.4.3. Procedimiento

a. Confección de las muestras

Las muestras fueron divididas en 3 grupos cada uno conformado por 12 especímenes, distribuidos de la siguiente manera:

- Grupo 1: 12 especímenes de resina Opus Bulk Fill
- Grupo 2: 12 especímenes de cerómero SR Nexco Paste Ivoclar Vivadent
- Grupo 3: 12 especímenes de cerómero Ceramage

b. Elaboración de las muestras

Esta fue realizada mediante un dispositivo de teflón de 4mm de diámetro y 10mm de altura de acuerdo a lo especificado en la norma ISO 3597, aislando las losetas de vidrio con vaselina y atacador de amalgama para la compactación de resinas y cerómeros con incrementos de 2mm, la polimerización fue realizada con una lámpara Led iLed Woodpecker, en el último incremento se realizó la colocación de platinas de vidrio y se ejerció un poco de presión para obtener superficies lisas y evitar la presencia de burbujas. Se procedió a retirar los excedentes de material con la ayuda de discos flexibles de pulido EVE. Finalmente, las muestras de cerómero culminaron su proceso de fotopolimerización en el horno High Spectrum 500 American Style.

c. Almacenamiento y traslado

Se realizó la medición del diámetro y altura de las muestras con un vernier digital y posteriormente fueron almacenados en agua destilada en una estufa con temperatura de 37 °C durante 24 horas para finalmente ser sometidos a los ensayos de laboratorio.

d. Medición de la resistencia compresiva

Para medir la resistencia compresiva de cada espécimen expresada en Megapascales se utilizó la fórmula:

$$\sigma_C = 4 \times F / \pi d^2$$

Esta fue medida a través de una máquina de ensayos digital modelo CMT-5 L serie 7419, siendo posicionado de manera vertical en el dispositivo y haciendo recaer sobre él una carga constante de 100Kn a velocidad de 1mm/min hasta el punto de fractura.

e. Análisis de datos

Los datos que fueron recogidos a través del instrumento de medición se ingresaron en una base de datos en el software SPSS v25, para realizar el análisis descriptivo de las principales medidas de tendencia, junto a tablas y gráficos para su interpretación. Respecto al análisis inferencial, este fue realizado posterior al análisis de normalidad, a través de pruebas estadísticas ANOVA o Kruskal-Wallis para la comparación de 3 o más grupos.

#### **4.5. Consideraciones éticas**

Nuestro plan de investigación, estuvo adecuado de manera íntegra a lo determinado en el código de ética de investigación de la Universidad Continental, a la vez se cumplió con todos los requerimientos de veracidad, honestidad en el recojo de la información y el procesamiento de las muestras.

## CAPÍTULO V: RESULTADOS

### 5.1. Análisis de resultados

#### 5.1.1. Análisis descriptivo

**Tabla 4** Fuerza máxima de la resina compuesta Opus Bulk Fill FGM

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Opus (Fuerza)	12	1738,12	2667,46	2160,1100	353,09805
N válido (por lista)	12				

En la Tabla N° 4 se observa que la media de la fuerza máxima aplicada en el análisis de laboratorio a la resina de la marca Opus Bulk Fill FGM fue de 2160,11 N y desviación estándar de 353,09 N.

**Tabla 5** Resistencia a la compresión de la resina compuesta Opus Bulk Fill FGM

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Opus (Resistencia)	12	137,63	211,95	170,0525	28,28536
N válido (por lista)	12				

Tabla N° 5 se logra observar que la media de resistencia a la compresión de la resina de la marca Opus Bulk Fill FGM es de 170,05 MPa y desviación estándar de 28,28 MPa.

**Tabla 6** Fuerza máxima de los cerómeros Nexco Paste Ivoclar Vivadent y Ceramage

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>
Nexco (Fuerza)	12	903,40	2053,66	1350,2167	366,93088
Ceramage (Fuerza)	12	2418,86	3443,24	3030,7167	335,07844
N válido (por lista)	12				

En la Tabla N° 6 se observa que la media de la fuerza máxima del cerómero de la Nexco Paste Ivoclar Vivadent es de 1350,21 N y una desviación estándar de 366,93 N, inferior al obtenido por el cerómero Ceramage con una media de 3030,71 N y desviación estándar de 335,07 N.

**Tabla 7** Resistencia a la compresión de los cerómeros Nexco Paste Ivoclar Vivadent y Ceramage

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>
Nexco (Resistencia)	12	71,53	161,80	106,9950	29,23606
Ceramage (Resistencia)	12	189,63	269,74	239,8350	26,05214
N válido (por lista)	12				

Tabla N° 7 se logra observar que la media de resistencia a la compresión del cerómero de la marca Nexco Paste Ivoclar Vivadent es de 106,99 MPa y desviación estándar de 29,23 MPa, valores inferiores a los obtenidos por el cerómero de la marca Ceramage que logró una media de resistencia a la compresión de 239,83 MPa y desviación estándar de 26,05 MPa, contando una desviación estándar inferior a pesar de contar una media muy superior a la marca Nexco.

### 5.1.2. Análisis inferencial

#### A) Formulación de la hipótesis

Hi: Existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, estudio In Vitro, Tacna 2023.

Ho: No existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, estudio In Vitro, Tacna 2023.

#### B) Nivel de significancia

El nivel de significancia para la investigación se plantea en 0.05 o 5%.

#### C) Resultados estadísticos

**Tabla 8** Prueba de normalidad de los datos

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resina Opus (Fuerza)	,235	12	,067	,861	12	,051
Resina Opus (Resistencia)	,221	12	,108	,865	12	,057
Cerómero Nexco (Fuerza)	,248	12	,040	,885	12	,101
Cerómero Nexco (Resistencia)	,235	12	,067	,881	12	,090
Cerómero Ceramage (Fuerza)	,143	12	0,20	,916	12	,251
Cerómero Ceramage (Resistencia)	,160	12	0,20	,904	12	,181

En la Tabla N° 8 se muestran los resultados de la prueba de normalidad de cada una de los cerómeros y resinas evaluadas, debido a que el tamaño de la muestra es inferior a 30 unidades se tomará en consideración los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk, por tanto, en vista que la significancia obtenida en cada elemento es superior a 0,05, se establece que los datos poseen un comportamiento paramétrico o normal.

**Tabla 9 Prueba ANOVA de diferencia de media para fuerza máxima**

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	16951853,72	2	8475926,86	68,43	,000
Dentro de grupos	4087534,67	33	123864,69		
Total	21039388,39	35			

Tabla N° 9, en el que se observa una significancia de 0,000 inferior a 0,05, siendo este además corroborado en las Tablas N° 10 y Tabla N° 11, se logra inferir que existen diferencias significativas en la fuerza máxima entre las resinas y cerómeros

**Tabla 10 Comparaciones múltiples para fuerza máxima**

<b>(I) Tipo de material</b>		<b>Diferencia de medias (I-J)</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Sig.</b>	<b>95% de intervalo de confianza</b>	
					<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>
Opus	Nexco	809,893	143,681	,000	457,331	1162,456
	Ceramage	-870,607	143,681	,000	-1223,169	-518,044
Nexco	Opus	-809,893	143,681	,000	-1162,456	-457,331
	Ceramage	-1680,500	143,681	,000	-2033,063	-1327,937
Ceramage	Opus	870,607	143,681	,000	518,044	1223,169
	Nexco	1680,500	143,681	,000	1327,937	2033,063

La Tabla N° 10 nos permite observar la comparativa de la diferencia de medias inter-elementos de evaluación respecto a la fuerza máxima, denotando que todos los elementos evaluados presentan diferencias significativas en la fuerza máxima que puede resistir los materiales antes de romperse, esto debido a una significancia  $p=0,000$  inferior a 0,005.

**Tabla 11 Prueba HSD de Tukey para fuerza máxima**

Tipo de material	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Nexco	12	1350,217		
Opus	12		2160,110	
Ceramage	12			3030,717
Sig.		1,000	1,000	1,000

Mediante la prueba mostrada en la Tabla N° 11 se logra identificar la existencia de tres grupos entre los cuales existen diferencias significativas, el primero conformado por el Cerómero Nexco Paste Ivoclar Vivadent con una media de 1350,21 N, el segundo compuesto por la Resina Opus Bulk Fill FGM con una media de 2160,11 N y el tercer grupo conformado por el Cerómero Ceramage con una media de 3030,71 N.

**Tabla 12 Prueba ANOVA de diferencia de medias para resistencia a la compresión**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	105969,24	2	52984,62	68,12	,000
Dentro de grupos	25668,75	33	777,84		
Total	131637,99	35			

Tabla N° 12, en el que se observa una significancia de 0,000 inferior a 0,05, siendo este además corroborado en las Tablas N° 13 y Tabla N° 14, se logra inferir que existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre las resinas y cerómeros.

**Tabla 13** Comparaciones múltiples para resistencia a la compresión

(I) Tipo de material		Diferencia de medias (I-J)		Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Opus	Nexco	63,058	11,386	,000	35,119	90,996	
	Ceramage	-69,783	11,386	,000	-97,721	-41,844	
Nexco	Opus	-63,058	11,386	,000	-90,996	-35,119	
	Ceramage	-132,840	11,386	,000	-160,779	-104,901	
Ceramage	Opus	69,783	11,386	,000	41,844	97,721	
	Nexco	132,840	11,386	,000	104,901	160,779	

La Tabla N° 13 nos permite observar la comparativa de la diferencia de medias inter elementos de evaluación respecto a la resistencia a la compresión, denotando que todos los elementos evaluados presentan diferencias significativas en la capacidad para soportar cargas o fuerzas que actúan en dirección opuesta y tienden a comprimirlo, esto debido a una significancia  $p=0,000$  inferior a  $0,005$ .

**Tabla 14** Prueba HSD de Tukey para resistencia a la compresión

Tipo de material	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Nexco	12	106,995		
Opus	12		170,053	
Ceramage	12			239,835
Sig.		1,000	1,000	1,000

Mediante la prueba mostrada en la Tabla N° 14 se logra identificar la existencia de tres grupos entre los cuales existen diferencias significativas, el primero conformado por el Cerómero Nexco Paste Ivoclar Vivadent con una media de 106,99 MPa, el segundo compuesto por la Resina Opus Bulk Fill FGM con una media de 170,05 MPa y el tercer grupo conformado por el Cerómero Ceramage con una media de 239,83 MPa.

#### **D) Regla de decisión**

Si,  $p - \text{valor} < 0.05$ , se acepta la hipótesis del investigador.

Si,  $p - \text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis de negación.

#### **E) Decisión**

Finalmente, en base a los estudios realizados, tomando en consideración el análisis de la fuerza máxima y la resistencia compresiva se puede llegar a la conclusión que existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, reflejado a través de  $p$ -valor inferiores a 0,05.

### **5.2. Discusión de resultados**

La presente tesis titulada "Comparación in vitro de la resistencia a la compresión de incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, Tacna 2023" ha proporcionado información relevante sobre la resistencia mecánica de materiales restauradores utilizados en odontología. A continuación, se realizará la comparación de los resultados de la investigación y los antecedentes científicos previos para interpretar y contextualizar los hallazgos obtenidos.

En la presente investigación se destaca la existencia de diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, resultado que está en consonancia con el estudio realizado por Chantera (8), quien también encontró diferencias significativas en la resistencia a la compresión de cerómeros en comparación con otros materiales. Además, Chantera (8), señaló que la polimerización con autoclave o microondas otorga una alta resistencia compresiva a los cerómeros, lo que los posiciona como una alternativa válida para restauraciones dentales.

El trabajo de Nica et al. (9), también coincide con la resistencia a la compresión de la resina hallada en la presente investigación, ya que identificaron diferencias significativas entre diferentes resinas compuestas en términos de resistencia a la compresión. Los resultados obtenidos en el estudio actual muestran que la resina Opus Bulk Fill FGM tiene una resistencia a la compresión de 170,05 MPa, lo que proporciona información valiosa sobre las propiedades mecánicas de este material en particular.

Respecto a la resistencia de los cerómeros, el estudio in vitro de Espinoza (15), respalda los hallazgos de la presente investigación. Espinoza (15), evaluó molares

restaurados con resinas compuestas y ionómero/composite, encontrando que las muestras restauradas con ionómero/composite presentaban una mayor resistencia a la fractura. En la investigación actual, se observó que el cerómero Nexco Paste Ivoclar Vivadent tiene una resistencia a la compresión de 106,99 MPa, mientras que el cerómero Ceramage alcanza los 239,83 MPa, lo que indica que Ceramage muestra una mayor resistencia en comparación con Nexco, pero ambas resinas compuestas superan la resistencia del cerómero.

El estudio de Romani (16), respalda los resultados de la investigación actual, ya que también comparó la resistencia a la compresión de cerómeros y resinas compuestas. En ambos estudios, se encontró que las resinas compuestas presentan una mayor resistencia a la compresión en comparación con los cerómeros, aunque Romani (16), reportó valores ligeramente diferentes para las resinas.

Los resultados de la presente investigación están en línea con estudios previos sobre resinas compuestas, como el trabajo de Castillo (13) y Landinez et al. (14). Castillo (13) demostró que existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión de diferentes resinas compuestas, lo que sugiere que la elección del material puede influir en el rendimiento clínico de las restauraciones. Landinez et al. (14), evaluó materiales de última generación, específicamente G-CAM Grafeno y Vita Enamic, encontrando diferencias estadísticamente significativas en su resistencia a la compresión, lo que refuerza la relevancia de los resultados obtenidos en la investigación actual.

El estudio de Parra (17), proporciona una perspectiva interesante en términos de la resistencia compresiva de las incrustaciones cementadas con diferentes materiales. En este caso, las incrustaciones cementadas con CRCA y CRC mostraron diferencias significativas en su resistencia, lo que respalda la conclusión de la investigación actual sobre la existencia de diferencias significativas en la resistencia entre resinas compuestas y cerómeros.

Los resultados de Tejada et al. (23), también aportan información relevante a la discusión, ya que destacan las diferencias significativas en la resistencia compresiva entre resinas de nanopartículas y suprananopartículas. Si bien el enfoque de Tejada et al. (23), difiere de la investigación actual, la presencia de diferencias significativas en la resistencia mecánica entre distintos tipos de materiales restauradores es consistente con los resultados obtenidos en esta tesis.

## CONCLUSIONES

1. Al comparar la resistencia a la compresión entre incrustaciones de resinas compuestas y cerómeros, estudio in vitro, Tacna 2023, se obtuvo que existe diferencia significativa entre los materiales en la dimensión fuerza máxima y resistencia a la compresión, siendo el cerómero Ceramage el material con mayor resistencia a la compresión seguido de la resina Opus Bulk Fill FGM y cerómero Nexco Paste Ivoclar Vivadent.
2. La resistencia a la compresión de incrustaciones de resina Opus Bulk Fill FGM fue de 170,05 MPa y fuerza máxima de 2160,11 N.
3. La resistencia a la compresión de incrustaciones de cerómero Ceramage fue de 239,83 MPa y fuerza máxima de 3030,71 N.
4. La resistencia a la compresión de incrustaciones de cerómero Nexco Paste Ivoclar Vivadent fue de 106,99MPa y fuerza máxima de 1350,21 N.

## RECOMENDACIONES

1. Dado que se encontraron diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, sería recomendable realizar un estudio adicional para identificar los factores específicos que contribuyen a estas diferencias. Esto podría incluir la evaluación de variables como el tipo de material, la técnica de aplicación, el tiempo de curado, entre otros. Este estudio adicional podría proporcionar información más detallada y específica sobre las diferencias observadas.
2. Considerando que la resistencia a la compresión de la resina Opus Bulk Fill FGM es de 170,05 MPa, sería recomendable realizar pruebas adicionales con un mayor número de muestras y replicaciones para confirmar estos resultados. Además, sería valioso comparar esta resina con otras marcas o tipos de resina compuesta para obtener una visión más completa de su desempeño en términos de resistencia a la compresión.
3. Dado que se observaron diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre el cerómero Nexco Paste Ivoclar Vivadent (106,99 MPa) y el cerómero Ceramage (239,83 MPa), sería útil realizar un análisis más detallado de las propiedades físicas y químicas de ambos cerómeros. Esto podría ayudar a identificar los factores responsables de las diferencias en la resistencia a la compresión y proporcionar información adicional sobre su rendimiento clínico. Además, se podrían considerar estudios clínicos para evaluar el comportamiento de estos cerómeros en situaciones reales de uso dental.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Banerjee A, Frencken J, Schwendicke F, Innes N. Contemporary operative caries management consensus recommendations on minimally invasive caries removal. *Br. Dent J.* 2017; 223(11): p. 215-222.
2. Chan K, Mai Y, Kim H, Tong K, Ng D. Review: resin composite filling. *Materials.* 2010; 3(2): p. 1228-1243.
3. Zhou X, Huang X, Li M, Peng X, Wang S. Development and status of resin composite as dental restorative materials. *J. Appl. Polym.Sci.* 2019; 136(44).
4. Gargallo M, Parga J, Viñuela A. Propiedades estéticas de las resinas compuestas. *Rev int prótes estomatol.* 2011; 13(1): p. 11-22.
5. Kruly P, Giannini M, Pascotto R, Tokubo L. Meta-analysis of the clinical behavior of posterior direct resin restorations: Low polymerization shrinkage resin in comparison to methacrylate composite resin. *PLoS One.* 2018; 13(2).
6. Barrancos J, Barrancos P. *Operatoria Dental/ Dental Operation: Integracion Clinica/ Clinical Integration* Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana; 2016.
7. Veneziani M. *SOLUTIONS. Técnicas restauradoras adhesivas y procedimientos quirúrgicos integrados. Sector posterior* Zaragoza: Grupo Asís Biomedica S.L.; 2022.
8. Santillán R, Chantera J. Resistencia compresiva de incrustaciones de cerómero tipo onlay, con una estructura interna de fibra de vidrio y sometidas a tres tipos de polimerización. Tesis de grado. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2018.
9. Nica I, Iovan G, Ghiorghe C, Pancu G, Comanecf R, Andrian , et al. Comparative Study Regarding the Compressive Strength of Different Composite Resins Used for Direct Restorations. *Materiale plastice.* 2018; 55(3): p. 447-453.
10. Ramírez M, Méndez R, Cornejo M, Llamas F, Escalante S. Resistencia a la fractura in vitro de incrustaciones cerámicas usando dos materiales como bases cavitarias. *Revista ADM.* 2018; 73(3): p. 139-143.
11. Conterón P. Comparación de las propiedades mecánicas del disilicato de litio mediante dos métodos de procesamiento. Estudio in vitro. Tesis de grado. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2019.

12. Chávez S. Resistencia a la fractura dental de las piezas restauradas con incrustaciones inlay/onlay de cerómero. Estudio in vitro. Tesis de grado. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2016.
13. Castillo L. Estudio in vitro de la resistencia a la compresión de resinas compuestas Bulk Fill. Tesis de grado. Loja: Universidad Nacional de Loja; 2020.
14. Landínez T, Pineda K, Trujillo P. Resistencia a la fractura ante fuerzas compresivas en láminas de G-CAM Grafeno y Vita Enamic. Comparación in vitro. Tesis de grado. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás; 2021.
15. Espinoza J. Estudio comparativo in vitro de resistencia a la fractura en molares con cavidades Clase I según Black, restaurados con composite y restaurados con ionómeros/composite. Tesis de grado. Loja: Universidad Nacional de Loja; 2019.
16. Romani Z. Comparación de la resistencia compresiva entre resinas compuestas y cerómeros de nanorelleno y nanohíbridos: estudio in vitro. Tesis de grado. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2022.
17. Parra R. Resistencia a la fuerza de compresión de incrustaciones inlay de adoro cementadas con cemento dural de resina compuesto y cemento dural de resina autograbante. Tesis de grado. Lima: Universidad de San Martín de Porres; 2022.
18. Tantaleán L. Resistencia a la compresión de resinas compuestas a diferentes densidades. estudio in vitro. lima – Perú. 2021. Tesis de grado. Lima: Univeridad Privada Norbert Wiener; 2021.
19. Mendoza A, Aruhuanca N, Dueñas D. Comparación de la resistencia a la compresión de tres resinas compuestas tipo bulk fill estudio in vitro, Tacna 2021. Tesis de grado. Huancayo: Universidad Continental; 2022.
20. Carasas G. Nivel de conocimiento sobre incrustaciones en egresados de la Escuela de Odontología de una Universidad Privada de Chiclayo, 2020. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo; 2022.
21. Vivas J. Incrustación estética tipo onaly con resina compuesta. Tesis de grado. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes; 2019.

22. Mori P. Diferencia en la resistencia a la fuerza de compresión de ionómeros de vidrio convencional usados en el Perú evaluadas in vitro. Tesis de grado. Lima: Universidad Inca Garcilazo de la Vega; 2018.
23. Tejada K, Villalobos C, Coronel F. Resistencia a la compresión de las resinas dentales de nanopartículas y suprananopartículas. *Rev. Salud & Vida Sipanense*. 2020; 7(2): p. 66-75.
24. Shen C, Rawls R, Esquivel J. *Ciencia de los materiales dentales*. 13th ed.: Elsevier; 2022.
25. Torabinejad M, Fouad A, Shabahang S. *Endodoncia: principios y práctica*. 6th ed. Barcelona: Elsevier; 2022.
26. Canalda C, Brau E. *Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas*. 4th ed. Barcelona: Elsevier; 2019.
27. Cova J. *Biomateriales dentales* Bogotá: AMOLCA; 2014.
28. Anusavice P. *Ciencia de los materiales dentales*. 11th ed. España: Elsevier; 2004.
29. Steenbecker O. *Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva*. Tesis de grado. Valparaíso: Universidad de Valparaíso; 2006.
30. Jimenez A. *Manual de materiales odontológicos* Sevilla; 2007.
31. Toledano M. *Arte y ciencia de los materiales odontológicos* España: Ediciones Avances Médico-Dentales; 2009.
32. Corral C, Vildósola P, Bersezio C, Alves E, Fernández E. Revisión del estado actual de resinas compuestas bulk fill. *Rev Fac Odontol Univ*. 2015; 27(1).
33. Del Valle A, Christiani J, Álvarez N, Zamudio M. Revisión de resinas Bulk Fill: estado actual. *Ateneo Argentino de Odontología*. 2018; 53(1).
34. Nocchi E. *Odontología Restauradora: Salud y estética* Brasil: Editorial Médica Paramericana; 2008.
35. Venezia P. *Estética y función en prótesis completas. Perspectivas digitales* ASIS G, editor.: EDRA; 2022.
36. Resnik R. *Implantología contemporánea*. 1st ed. Barcelona: Elsevier; 2021.

37. Quisiguiña S. Resistencia flexural y estabilidad de color de restauraciones indirectas entre resinas híbridas y cerómeros sometidos a termociclado. Tesis de grado. Quito: Universidad Central de Ecuador; 2017.
38. Bernal C. Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Tercera ed. Colombia: Pearson Educación; 2010.
39. Gómez M. Metodología y técnica de la investigación. México D.F.; 2020.
40. Hernández R. Metodología de la Investigación México D.F.: McGraw Hill; 2018.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema Principal	Objetivos Principal	Hipótesis General	Variables	Dimensiones e instrumentos	Metodología
<p>¿Cuál es la diferencia en la resistencia a la compresión entre incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, estudio In Vitro, Tacna 2023?</p> <p>A. ¿Cuál es la resistencia a la compresión de incrustaciones de resina compuesta?</p> <p>B. ¿Cuál es la resistencia a la compresión de incrustaciones de cerómeros?</p>	<p>Comparar la resistencia a la compresión entre las incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, estudio <i>In Vitro</i>, Tacna 2023</p> <p>A. Determinar la resistencia a la compresión de incrustaciones de resina compuesta.</p> <p>B. Determinar la resistencia a la compresión de incrustaciones de cerómeros.</p>	<p>Existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre incrustaciones de resina compuesta y cerómeros, estudio In Vitro, Tacna 2023</p>	<p>Variable 1: Resistencia compresiva.</p> <p>Variable 2: Tipo de material</p>	<p>Carga máxima que un material puede resistir antes de fracturarse</p> <p>Material de restauración</p>	<p><b>Diseño de la investigación:</b> Básica, descriptivo – relacional, cuantitativo, transversal – prospectivo.</p> <p><b>Población:</b> Resinas compuestas y cerómeros.</p> <p><b>Muestra:</b> 36 muestras, en 3 grupos experimentales.</p> <p><b>Técnica:</b> Observación.</p> <p><b>Instrumentos:</b> Ficha de recolección.</p>

## Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Instrumento</b>
Resistencia compresiva	Carga máxima que un material puede resistir antes de fracturarse	– Megapascal (MPa)	Razón	Ficha de recolección de datos
Tipo de material	Material de restauración	– Resina compuesta – Cerómero	Nominal	Ficha de recolección de datos

### Anexo 3: Instrumento de medición

#### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Muestra	Diámetro	Longitud	Área	Fuerza Máxima	Esfuerzo compresión
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

## Anexo 4: Resultados del análisis de laboratorio

Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0295-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	26-06-2023
<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MATERIALES DE RESTAURACIÓN ODONTOLÓGICOS</b>					
<b>1. DATOS DE LOS TESISTAS</b>					
Nombre de tesis	: "COMPARACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE INCRUSTACIONES DE RESINA Y CEROMEROS, TACNA 2023"				
Nombres y Apellidos	: Linda Lorena Acha Razeto / Rudy Ever Sosa Achillo / Diana Estefhany Sapana Mamani				
Dni	: 40803208 / 47315258 / 71771026				
Dirección	: Tacna - Perú				
<b>2. EQUIPOS UTILIZADOS</b>					
<b>Instrumento</b>	<b>Marca</b>	<b>Aproximación</b>			
Maquina de Ensayos Mecánicos Vernier Digital	LG CMT- 5L Mirutoyo - 200 mm	0.001N 0.01mm	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.		
<b>3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>					
Muestra de materiales odontológicos	Cantidad	: Treinta y seis (36) muestras			HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	: Cilindros de 4 de diámetro x 10 mm altura			
	Grupo 1	: Resina Opus bulk fill FGM			
	Grupo 2	: Cerómero Sr Nexco Paste Ivoclar vivadent			
	Grupo 3	: Cerómero Ceramage			
<b>4. RECEPCION DE MUESTRAS</b>					
Fecha de Recepción de muestras	24 de Junio del 2023				El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.
Fecha de Ensayo	24 de Junio del 2023				
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentás 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho-Lima				
<b>5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO</b>					
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:					
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>			<b>CAPITULO/NUMERAL</b>	
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			---	
<b>6. CONDICIONES DE ENSAYO</b>					
	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>			
Temperatura	21.0 °C	21.0 °C			
Humedad Relativa	63.0 %HR.	63.0 %HR.			

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0295-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	26-06-2023	
<b>7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN</b>					
<b>Grupo 1: Resina Opus bulk fill FGM</b>					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.01	10.01	12.63	1738.12	137.63
2	4.02	10.10	12.69	2055.12	161.92
3	4.08	10.11	13.07	1938.71	148.29
4	4.03	10.09	12.76	1819.79	142.67
5	4.03	10.09	12.76	1839.40	144.20
6	4.00	10.08	12.57	1921.33	152.89
7	3.99	10.15	12.50	2650.15	211.95
8	4.02	10.02	12.69	2667.46	210.16
9	3.99	10.09	12.50	2403.05	192.19
10	4.04	10.01	12.82	2638.41	205.82
11	4.01	10.07	12.63	1938.02	153.45
12	4.05	10.05	12.88	2311.76	179.45
<b>Grupo 2: Cerómero Sr Nexco Paste Ivoclar vivadent</b>					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.01	10.03	12.63	988.41	78.26
2	4.00	10.10	12.57	1130.25	89.94
3	4.02	10.01	12.69	2053.66	161.80
4	3.99	10.09	12.50	1352.04	108.13
5	3.99	10.05	12.50	1900.20	151.97
6	4.00	10.05	12.57	1781.60	141.78
7	4.00	10.09	12.57	1176.87	93.65
8	4.02	10.01	12.69	1093.54	86.16
9	4.01	10.06	12.63	903.40	71.53
10	4.02	10.02	12.69	1228.48	96.79
11	4.04	10.10	12.82	1263.33	98.55
12	4.01	10.09	12.63	1330.82	105.38

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0295-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	26-06-2023
<b>Grupo 3: Cerómero Ceramage</b>					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.01	10.09	12.63	2994.20	237.08
2	4.01	10.11	12.63	3375.58	267.28
3	4.00	10.07	12.57	2939.58	233.92
4	4.00	10.13	12.57	3389.68	269.74
5	4.01	10.03	12.63	3207.09	253.94
6	3.99	10.09	12.50	2462.73	196.96
7	4.03	10.01	12.76	2418.86	189.63
8	4.04	10.01	12.82	3443.24	268.61
9	4.03	10.07	12.76	3104.68	243.40
10	4.00	10.06	12.57	2844.27	226.34
11	3.99	10.06	12.50	2969.77	237.51
12	4.02	10.11	12.69	3218.92	253.61
<b>ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN</b> CIP: 193364 INGENIERO MECANICO Jefe de Laboratorio		 <b>HTL</b> HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE			
El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.					
FIN DEL DOCUMENTO					

## Anexo 5: Certificado de calibración de instrumentos



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF - 2022 - 018

Página 1 de 2

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

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

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : MAQUINA DIGITAL DE ENSAYOS UNIVERSALES

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

Modelo : CMT-5L

Serie : 7419

Identificación : No Indica

Rango de indicación : 5000,00 N Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

División mínima : 0,01 N

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

Tipo de indicación : Digital

Procedencia : Korea

Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2022-08-15

**3. METODO DE CALIBRACIÓN:**

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

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

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:**

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

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

**5. CONDICIONES AMBIENTALES:**

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

**6. PATRONES DE REFERENCIA:**

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



Gerente de Metrología



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

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

**7. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:**
**MEDICIÓN DE TRACCIÓN**

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

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

Retorno a cero $f_0$	0,00%
----------------------	-------

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

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


**8. OBSERVACIONES:**

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

**9. CONCLUSIONES:**

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

## Anexo 6: Evidencia fotográfica

### Figura 1

*Presentación de tesistas*



### Figura 2

*Resinas y cerómeros*



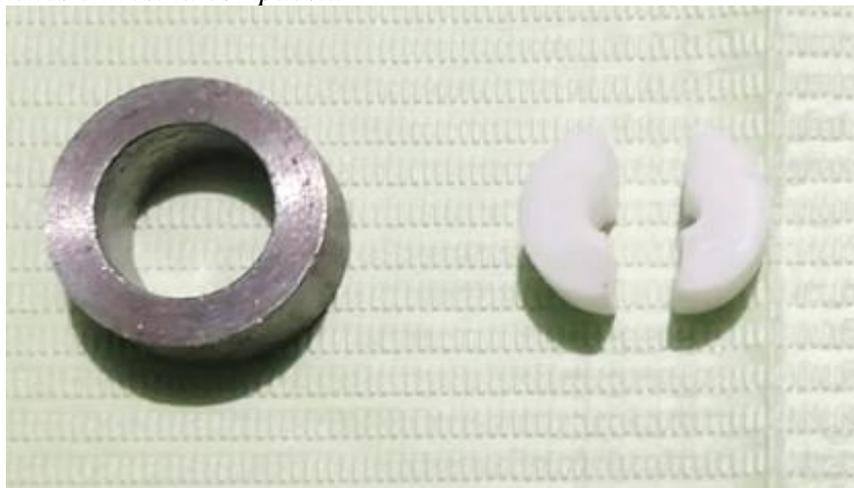
**Figura 3**

*Medición potencia lámpara para foto curado de resina con Iled Woodpecker*



**Figura 4**

*Dispositivo de teflón de 4 x 10 mm con aro de acero de resistencia para confeccionar los especímenes en resina compuesta*



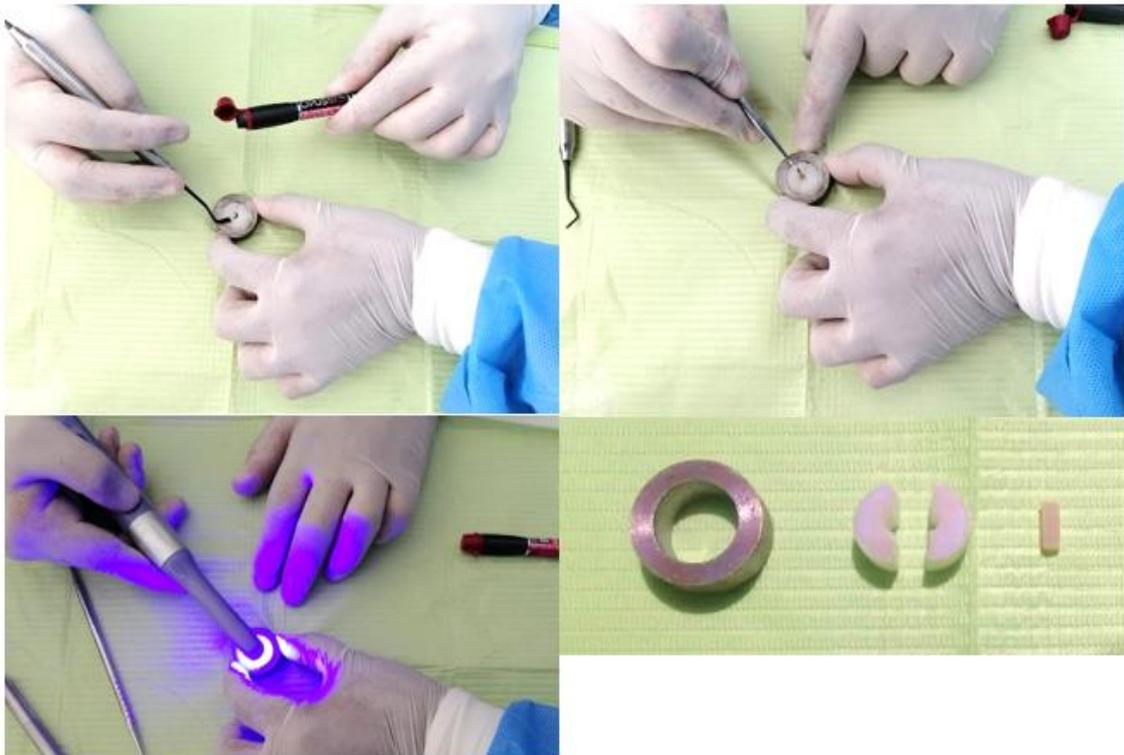
**Figura 5**

*Dispositivo de acero para confeccionar los especímenes de cerómeros*



**Figura 6**

*Procedimiento Resina Opus bulk fill*



**Figura 7**  
*Procedimiento cerómero Ceramage*



**Figura 8**  
*Procedimiento Nexco Paste Ivoclar Vivadent*



**Figura 9**  
*Polimerización de cerómeros*



**Figura 10**  
*Muestra de especímenes*

