

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

Escuela Académico Profesional de Odontología

Tesis

**Estudio comparativo de la resistencia a la compresión y  
resistencia a la tracción diametral de cementos ionómero  
de vidrio, Arequipa 2023**

Josseline Alejandra Alvarez Zapana  
Jose Francisco Condori Araca  
Rusbel Rigoberto Roque Canahuire

Para optar el Título Profesional de  
Cirujano Dentista

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



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

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**A** : Decana de la Facultad de Ciencias de la Salud  
**DE** : OSCAR OMAR ALCAZAR AGUILAR  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 30 de Abril de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

Estudio comparativo de la resistencia a la compresión y resistencia a la tracción diametral de cementos ionómero de vidrio, Arequipa 2023.

**Autores:**

1. JOSSELINE ALEJANDRA ALVAREZ ZAPANA – EAP. Odontología
2. JOSE FRANCISCO CONDORI ARACA – EAP. Odontología
3. RUSBEL RIGOBERTO ROQUE CANAHUIRE – EAP. 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 20 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- |  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
| • Filtro de exclusión de bibliografía  | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores<br>Nº de palabras excluidas ( <b>en caso de elegir "SI"</b> ): 5 | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante  | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> |

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

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**La firma del asesor obra en el archivo original**

**(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)**

## **Dedicatoria**

Dedico de corazón mi tesis a mi Madre, pues sin ella no lo habría logrado, tu apoyo a diario en mi vida me lleva por el buen camino. Por eso este trabajo es por tu paciencia y amor. A mi esposa e hijos que son su apoyo veo logrado este objetivo.

José Francisco.

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él logre concluir mi carrera, a mis padres, que siempre estuvieron presentes brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

Rusbel Rigoberto.

A mis padres por haberme forjado como la persona que son en la actualidad; muchos de mis logros son dedicados a ellos. A mí por tener la motivación de ser una profesional de la salud y poder alcanzar mis metas.

Josseline Alejandra.

## **Agradecimiento**

A nuestros padres que donde se encuentren nos dieron fuerzas para seguir avanzando en el área profesional.

Extendemos nuestra gratitud a nuestro asesor de tesis, MG.ESP.CD. Oscar O. Alcázar Aguilar, cuyas observaciones y comentarios constructivos fueron una ayuda fundamental para la consolidación de este trabajo.

A los colegas Jessica Izquierdo, Karina Gutiérrez, por su apoyo, su tiempo y su guía en el proyecto.

A cada uno de los compañeros Rusbel, Josseline, José Francisco, por su dedicación y compromiso, para culminar la tesis.

## Índice de Contenidos

Dedicatoria .....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de Contenidos .....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras .....	viii
Abreviaturas .....	ix
Resumen .....	ix
Abstract .....	xi
Introducción .....	xii
Capítulo I: Marco Teórico.....	14
Capítulo II: Materiales y Métodos.....	24
Capítulo III: Resultados y Discusión.....	28
Conclusiones .....	41
Recomendaciones .....	42
Bibliografía.....	43
ANEXOS.....	50

## Índice de tablas

Tabla 1. Estadísticos de la resistencia a la compresión del cemento ionómero de la marca “EQUIA Forte Fil”(en Mpa) .....	28
Tabla 2. Estadísticos de la resistencia a la compresión del cemento ionómero de la marca “GC Fuji® IX GP” (en Mpa) .....	30
Tabla 3. Estadísticos de la resistencia a la tracción diametral del cemento ionómero de la marca “EQUIA Forte Fil”(en Mpa) .....	32
Tabla 4. Estadísticos de la resistencia a la tracción diametral del cemento ionómero de la marca “GC Fuji® IX GP” (en Mpa) .....	34
Tabla 5. Prueba de normalidad de variables de investigación.....	36
Tabla 6. Comparación la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción diametral de cementos ionómero de vidrio, Arequipa 2024.....	37

## Índice de figuras

Figura 1. Histograma de la resistencia a la compresión del cemento ionómero de la marca EQUIA Forte Fil.....	28
Figura 2. Histograma de la resistencia a la compresión del cemento ionómero de la marca “GC Fuji® IX GP” .....	30
Figura 3. Histograma de la resistencia a la tracción diametral del cemento ionómero de la marca EQUIA Forte Fil.....	32
Figura 4. Histograma de la resistencia a la tracción diametral del cemento ionómero de la marca “GC Fuji® IX GP” .....	34

## **Abreviaturas**

CIV: Cementos ionómero de vidrio

OMS: Organización mundial de la salud

RC: Resistencia compresiva

RTD: Resistencia de tracción diametral

## Resumen

La investigación lleva por nombre “Estudio comparativo de la resistencia a la compresión y resistencia a la tracción diametral de cementos ionómero de vidrio, Arequipa 2023” y se planteó como objetivo: Comparar la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción diametral de cementos ionómero de vidrio, Arequipa 2023. Estudio cuasiexperimental, en el que se prepararon 40 muestras de cementos ionómero de vidrio para ambas pruebas, las mismas que cumplieron con las especificaciones de la ADA y la norma ISO 4049 para materiales odontológicos. Los resultados, evidencian que la RC promedio para el cemento ionomérico Fuji® IX GP fue mayor con  $130,2 \pm 23,2$  MPa en comparación con “EQUIA Forte Fil” que obtuvo un promedio de  $118,9 \pm 24,5$  Mpa, pero la diferencia no fue significativa según la prueba t realizada ( $p$ -valor = 0,307). En cuanto a la RTD, “EQUIA Forte Fil” mostró una media ligeramente superior con  $10,5 \pm 3,01$  MPa en comparación con Fuji® IX GP con  $9,4 \pm 1,94$  Mpa, en tanto la diferencia no fue significativa ( $p$ -valor = 0,353). En conclusión, al comparar la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción diametral de cementos ionómero de vidrio, no se exhibieron diferencias significativas para ninguna de las pruebas.

**Palabras clave:** *Resistencia a la compresión, resistencia a la tracción diametral, Cemento ionómero de vidrio.*

## **Abstract**

The research is called “Comparative study of the compressive strength and diametral tensile strength of glass ionomer cements, Arequipa 2023” and its objective was: To compare the compressive strength and diametral tensile strength of glass ionomer cements, Arequipa 2023. A quasi-experimental study, in which 40 samples of glass ionomer cement were prepared for both tests, which complied with the specifications of the ADA and the ISO 4049 standard for dental materials. The results show that the average RC for Fuji® IX GP ionomer cement was higher with  $130.2 \pm 23.2$  MPa compared to EQUIA Forte Fil, which obtained an average of  $118.9 \pm 24.5$  MPa, but the difference was not significant according to the t-test performed ( $p$ -value = 0.307). As for RTD, “EQUIA Forte Fil” showed a slightly higher mean with  $10.5 \pm 3.01$  MPa compared to Fuji® IX GP with  $9.4 \pm 1.94$  MPa, while the difference was not significant ( $p$ -value = 0.353). In conclusion, when comparing the compressive strength and diametral tensile strength of glass ionomer cements, no significant differences were exhibited for any of the tests.

**Keywords:** *Compressive strength, diametral tensile strength, Glass ionomer cement.*

## Introducción

Una de las causas habituales de la pérdida de estructura dental en el mundo es la caries dental y siguiendo esta línea la “Organización mundial de la salud” (OMS) menciona que esta afección es un problema en salud pública, que tiene una incidencia del 60 % y 90% y estima un impacto en casi 200 millones niños en más de 188 países (1). Por este motivo, los fabricantes dentales ofrecen una variabilidad de materiales en el mercado como las resina y los cementos ionómero de vidrio (CIV), los cuales deben incluir cualidades biológicas, funcionales y estéticas, que sean compatibles con la estructura dental (2).

Los CIV vienen captado el interés en los odontólogos de todo el mundo, ya que dentro de sus principales ventajas frente a otros materiales restauradores es su capacidad de insertarse dentro de la cavidad a restaurar sin un agente adhesivo adicional (3). Además, entre sus propiedades infiere la capacidad de adherirse en una superficie dental húmeda, compatibilidad térmica, efecto anticariogénico y baja toxicidad haciéndolo clínicamente atractivo (4).

Lamentablemente, los CIV convencionales tienen algunas limitaciones que incluyen principalmente la falta de resistencia y tenacidad a la fractura (5). Para mejorar las propiedades mecánicas, se han realizado modificaciones mediante la incorporación de componentes de relleno en polvo, como partículas de amalgama de plata, circonio, fibras de vidrio e hidroxiapatita, lo cuales conforme a sus fabricantes proporcionan excelentes propiedades mecánicas, adhesión, estética, fácil aplicación, reducida estabilidad a la humedad y fotopolimerización mediata posterior a su colocación en la cavidad a restaurar (6) (7).

El ionómero EQUIA Forte Fil, presenta mecanismos de refuerzo que se fundamenta principalmente en la integración de micropartículas de vidrio muy reactivas y de moléculas de ácido poliacrílico, lo que le confiere excelentes propiedades mecánicas (8). Mientras, que el CIV de alta viscosidad Fuji IX presenta modificaciones dentro de la línea de ionómeros convencionales, que suelen ser vulnerables a la exposición temprana de humedad debido a sus características de fraguado lento (9).

En este sentido, se han desarrollado ensayos clínicos sobre rendimiento clínico de estos materiales. Sin embargo, son escasos los estudios sobre las propiedades mecánicas de resistencia compresiva (RC) y resistencia de tracción diametral (RTD), lo cual resulta ser primordial cuando se introduce un material nuevo dentro del mercado (9). Por este

motivo, es fundamental un conocimiento profundo de sus propiedades mecánicas junto con los ensayos clínicos, antes de ser incluidos en la práctica clínica diaria (10) .

Existen estudios disponibles que evalúan algunas propiedades mecánicas de los materiales de restauración, pero son escasas las investigaciones que evalúan y comparan la tracción diametral y compresiva en materiales que recién ingresan al mercado peruano (11). Por lo tanto, es imperativo realizar pruebas de resistencia mecánica para poder comprender más adelante la durabilidad de los materiales y así determinar que material se adecua más a la situación que requiera el tratamiento.

En este aspecto, se planteó como objetivo general: Comparar la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción diametral de cementos ionómero de vidrio, Arequipa 2023. Mientras que los objetivos específicos son: Evaluar la resistencia a la compresión de “EQUIA Forte Fil” y “GC Fuji® IX GP”, Arequipa 2023 y evaluar la resistencia a la tracción diametral de “EQUIA Forte Fil” y “GC Fuji® IX GP”, Arequipa 2023.

## Capítulo I: Marco Teórico

### Antecedentes del problema

#### Antecedentes internacionales

Kaur et al. (12), evaluaron y compararon el RC de una resina compuesta, ionómero híbrido Cention-N y un CIV convencional, encontrándose la resina compuesta obtuvo la RC más alta con  $240.38 \pm 2.75$  MPa, seguido de Cention-N con un promedio de  $201.01 \pm 1.57$  MPa, y el ionómero convencional quien demostró una resistencia compresiva menor con promedio de  $149.02 \pm 3.67$  Mpa, al comparar los grupos la diferencia fue significativa ( $p < 0,05$ ).

Vieira et al. (13), se propusieron identificar la RTD de distintas marcas de CIV de restauración convencional. Concluyendo al comparar los promedios en relación con la RTD para el grupo VITRO MOLAR se obtuvo un promedio de  $4,82 \pm 1,17$  4,24 Mpa y para el grupo VIDRION R se obtuvo un promedio de  $6,20 \pm 1,89$  Mpa, encontrándose una diferencia significativa ( $p= 0,0336$ ) para ambas marcas.

Kunte et al. (14), evidenció que el valor medio de la resistencia compresiva para el ionómero híbrido EQUIA Forte fue de 112,48 Mpa, el cual fue ligeramente mayor que el ionómero Fuji IX con un valor medio de 108,59 MPa, y al realizar la comparación la diferencia no fue estadísticamente significativa ( $0.214 \geq 0,05$ ). Por otro lado, el valor referente a RTD de EQUIA Forte fue más alto con un valor medio de 12,43 Mpa, mientras que para Fuji IX el valor medio fue 10,09 MPa, y no se encontraron diferencias significativas ( $0.454 \geq 0,05$ ).

Bahammam et al. (15), concluyeron que entre los ionómeros de restauración ChemFil Rock presentó un valor medio de  $171,3 \pm 30,99$  Mpa, el cual tenía la RC media superior, seguido de Fuji IX con un promedio de media de  $131,2 \pm 10,03$  Mpa y Ketac Nano con un promedio de  $118,2 \pm 16,45$  MPa. En relación con la RTD, Chem Fil Rock obtuvo un promedio de  $19,1 \pm 3,44$  Mpa, el cual fue mayor que su competencia. Por otro lado, al buscar la diferencia de RC de los ionómeros se hallaron diferencias significantes ( $p \leq 0,05$ ), mientras que al comparar la RTD de los materiales se encontraron no se encontraron significativas diferencias ( $p > 0,05$ ).

Senthilkumar et al. (16), los hallazgos evidencian que el esfuerzo a la compresión del CIV de nanorrelleno fue de  $1,5083 \pm 0,26$  MPa y para el CIV convencional fue  $0,2536 \pm 0,024$  MPa y al compararlos se encontró una diferencia significativa. Referente a la RTD, la media fue del CIV de nanorrelleno fue  $7,9952 \pm 3,09$  MPa y para el CIV convencional fue  $1,1326 \pm 0,98142$  MPa y al compararlos se descubrió una diferencia significativa. Por lo tanto, los resultados del estudio mostraron que el CIV de nanorrelleno fue el que presentó la mayor RC y RTD siendo estadísticamente significativo.

Verma et al. (17), compararon la RC de un CIV Tipo IX y Cention N, concluyendo que el ionómero híbrido Cention N obtuvo un esfuerzo superior a la compresión con un promedio de  $130,686 \pm 9,8580$  Mpa, en tanto el ionómero convencional Fuji IX solo obtuvo un promedio de  $98,040 \pm 13,6228$  Mpa y con cifras estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ).

Zhang et al. (18), evaluaron el esfuerzo compresivo de CIV más comerciales encontrando que el ionómero Ketac Universal fue el que obtuvo el mayor esfuerzo a la compresión que los otros materiales en todo momento con un promedio que alcanzó  $262 \pm 12$  Mpa, seguido por EQUIA Forte, Fuji IX y Riva Self Cure y cuya diferencia demostró ser significativa ( $p < 0,05$ ).

Moshaverinia et al. (19), el CIV EQUIA Forte exhibió significativamente mayores cifras que las muestras Fuji IX. Pero, no se encontraron distinciones significativas ( $p > 0,05$ ) entre el RC y la RTD en ambas marcas. Asimismo, la investigación determinó que "EQUIA Forte Fil" en comparación con los CIV disponibles comercialmente como Fuji IX GP demuestra ser un material restaurador potencial con cualidades mecánicas excepcionales.

Sharma et al. (20), evaluaron las propiedades mecánicas de Cention-N, un CIV convencional y una resina nanohíbrida encontrándose que la RC media más alta fue para resina nanohíbrida con un promedio de  $15\ 250.64 \pm 4.32\ 0.001$  Mpa, seguido de Cention-N con un promedio de  $15\ 205.12 \pm 1.46\ 0.001$  y el menor esfuerzo a la compresión fue para el ionómero convencional con un promedio de  $15\ 167.43 \pm 1.67$  y cuya diferencia fue estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ).

Kaur et al. (21), los hallazgos demostraron que el CIV Cention N presentaba un alto esfuerzo a la compresión con una media de  $133.77 \pm 26.40$  Mpa, mientras que CIV Fuji Tipo IX presentó un promedio de  $41.22 \pm 5.88$  Mpa y al compararlos se descubrió una distinción estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ). En este sentido el CIV Cention N puede ser utilizado como alternativa al ionómero convencional.

Poornima et al. (22), evaluaron y compararon la RC de EQUIA Forte y dos CIV convencional, concluyendo que al comparar la RC EQUIA Forte se obtuvo el mayor esfuerzo compresivo con un promedio de  $160.43 \pm 1.12$  Mpa, seguido del ionómero convencional GC Gold Label con  $111.93 \pm 2.10$  Mpa y el menor esfuerzo compresivo lo obtuvo el ionómero convencional G-Coat con un promedio de  $89.64 \pm 2.01$  Mpa, con diferencia significativa ( $p = 0,007$ ).

Patel et al. (23), según su estudio, CIVMR obtuvo la mayor resistencia a la compresión promedio, con  $18,05 \pm 9,425$  MPa, en tanto el CIVC Ketac M se ubicó en segundo lugar con un promedio de  $16,99 \pm 7,644$  MPa. Al comparar ambas marcas, no se evidenció una significancia ( $p=0,805$ ), aunque CIVC sí obtuvo el resultado más bajo en comparación con su competidor.

### **Antecedentes Nacionales**

Llancari (24), los hallazgos de su investigación indicaron que el ionómero Cention N exhibió la RF promedio superior con  $97,10$  MPa, seguido por “Beautifil” II con  $82,77$  MPa, “EQUIA Forte Fil” con  $31,38$  MPa y “Ketac Universal” con  $19,23$  MPa. Por otro lado, Ketac Universal emitió una mayor cantidad de flúor durante evaluación.

Aquino et al. (25), en su investigación, el CIV Cention N exhibió la máxima RC, con  $179,19$  MPa, y el CIV “GC Fuji IX” exhibió la resistencia más baja con  $27,59$  MPa. En tanto, el ionómero “Ketac Molar easy Mix” exhibió una microdureza superficial (MS) superior con  $50,33$  kg/mm<sup>2</sup>, entretanto el ionómero “GC Fuji IX” presentó una MS inferior con  $17,86$  kg/mm<sup>2</sup>. Además, se observaron diferencias significativas al comparar las variables de investigación (valor  $p = 0,000$ ).

Gamboa (26), evidenció en su investigación que el cemento “Dual Allcem” demostró una notable resistencia adhesiva con  $53,75$  Mpa, superando al ionómero de vidrio convencional, que exhibió una resistencia adhesiva promedio de  $37.77$  Mpa. En contraste, el procedimiento de cementación con Oxyfosfato de Zinc demostró una RC media significativamente menor de  $21,17$  Mpa.

Zavaleta (27), estudio experimental, el cual demostró que el ionómero Ketac Universal exhibió la RC promedio más alta ( $115,18 \pm 21,73$  MPa) en el grupo que no se realizó termociclado, seguido por el grupo sometido a  $10.000$  ciclos de termociclado ( $115,18 \pm 21,73$  MPa). Asimismo, se observaron cambios significantes en los grupos ( $p<0,001$ ).

Carrasco et al. (28), concluyeron, que al comparar los ionómeros convencionales se encontraron diferencias significantes con un  $p<0,05$ , evidenciando que el ionómero Ketac,

presento la mayor resistencia compresiva  $74.4 \pm 9.5$  Mpa a diferencia de su contrincante Fuji IX, que solo obtuvo una media de  $52,7 \pm 13,31$  Mpa.

Baños (29), su estudio demostró que el CIV "EQUIA Forte Fil" presentó un promedio mayor según la RC de  $101,24 \pm 14,59$  Mpa, en cambio CIV "RIVA SELF C" presentó un  $69,46 \pm 13,00$  Mpa. Asimismo, al compararlos se descubrió una distinción significativa entre ambos ( $p < 0,05$ ).

Dávila et al. (30), investigación experimental, en la que el ionómero "EQUIATM Fil" demostró cifras superiores de RC a las 24 horas (299,80 MPa). En cambio, al pasar siete y sesenta días, "Ketac™ Universal HM" (3M ESPE) registró cifras de 77,04 MPa y 75,48 MPa, correspondientemente. Además, se muestran cambios notables en comparación con cada CIV a lo largo de los tres periodos de evaluación.

Rodríguez (31), concluyó que el CIV convencional presentó el mayor promedio con relación a la RTD con  $21,46 \pm 19,80$  MPa, mientras que el Coltosol ® F presento un promedio de  $0.41 \pm 0.13$  MPa y el óxido de zinc y eugenol presentaron un promedio  $4.18 \pm 3.90$  Mpa. Además, al comparar los materiales se obtuvieron diferencias significantes ( $p < 0.05$ ).

### **Bases teóricas**

Los CIV son cementos ácido-base que se forman mediante la reacción de ácidos poliméricos suaves y vidrio básico en polvo, estos fraguan en soluciones acuosas concentradas y la estructura resultante contiene una cantidad significativa de vidrio libre de reacción que actúa como un relleno para resistir el cemento de configuración (32).

La denominación precisa para los ionómeros de vidrio, según la Organización Internacional de Normalización (IOS), es "cemento de vidrio de polialqueno"; en tanto, la frase "ionómero de vidrio" se reconoce como un material que se utiliza considerablemente en odontología (32).

### **Composición**

El CIV tiene tres ingredientes esenciales, que incluyen polímero, vidrio básico (ion) y agua. El ácido de polímero de agua y las soluciones de polvo de vidrio finamente distribuidas generalmente se combinan utilizando un método adecuado para la producción de pasta viscosa que se lanza rápidamente (32) (33).

### **Ácidos poliméricos**

Los polímeros utilizados en los CIV son ácidos polialquenoicos poli (ácido acrílico) homopolímero o copolímero 2:1 de ácido acrílico y ácido maleico. El ácido polivinilfosfónico se ha estudiado como posible formador de cemento, pero su uso práctico está restringido a una sola marca, donde se usa en una mezcla con poli (ácido acrílico) y actúa eficazmente como modificador de la velocidad de fraguado (33).

El polímero afecta las propiedades del CIV resultante, ya que pesos moleculares más altos mejoran la resistencia del material curado. Las soluciones de polímeros de alto peso molecular presentan una consistencia superior, complicando su proceso de mezclado. Seleccionados para equilibrar estos efectos opuestos. Las propiedades óptimas se alcanzan con pesos moleculares promedio de 11 000 (promedio numérico) y 52 000 (promedio másico)(34).

La RC no es una característica fundamental de los materiales, ya que la compresión provoca la fractura de una muestra en direcciones complejas, aproximadamente perpendiculares a la fuerza de compresión. No obstante, estas fluctuaciones en la RC medida indican que el material está cambiando lentamente con el tiempo. En particular, esta reducción se ha atribuido a la mayor densidad de reticulación que se desarrolla dentro de los cementos copolímeros en comparación con los cementos basados en homopolímero de ácido acrílico (32). Sin embargo, en el uso clínico, esta diferencia entre los cementos homopolímeros y copolímeros no parece importante y no hay evidencia de que los cementos hechos de copolímeros de ácido acrílico/maleico sean menos satisfactorios en servicio.

### **Vidrio básico**

Los vidrios para cementos ionoméricos deben ser básicos, lo que significa que pueden reaccionar con un ácido para generar una sal. En teoría, otras composiciones de vidrio pueden cumplir esta condición, pero en la práctica, solo los vidrios de aluminosilicato, con adiciones de fluoruro y fosfato, son plenamente propicios. Los vidrios comerciales para un cemento ionómero de vidrio (CIV) suelen estar basados en compuestos de calcio, con algo de sodio adicional. También existen materiales en los que el calcio ha sido sustituido por estroncio (35).

El fluoruro también es un componente vital de los vidrios utilizados en los CIV. Los vidrios que contenían fluoruro estuvieron entre los primeros reportados cuando se describieron los ionómeros de vidrio por primera vez, y eran del sistema  $\text{SiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{CaF}_2$  o del sistema más complejo  $\text{SiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{P}_2\text{O}_5$ - $\text{CaO}$ . -Sistema  $\text{CaF}_2$  (34).

### **Aditivos quelantes**

Se han investigado varios compuestos prospectivos como aditivos modificadores de velocidad en cementos en una masa del 5% o 10%. El ácido (+)- tartárico y el ácido cítrico

tuvieron mucho éxito; sin embargo, el ácido (+)- tartárico fue el más eficaz (33). La inclusión de ácido (+)- tartárico en un CIV involucra un tiempo de fraguado más lento, lo que facilita el proceso de mezclado. El material fragua bruscamente, dando como resultado un producto terminado y endurecido que puede completarse en el diente. Gracias a su capacidad para facilitar estos cambios, el ácido (+) - tartárico es un aditivo valioso. La eficacia de este método varía según el vaso, dependiendo de su composición (34).

### **Propiedades de los ionómeros de vidrio**

Las propiedades de estos cementos están determinadas por parámetros de producción, incluida la relación entre el líquido en polvo, el contenido policídico, las partículas de vidrio en polvo y el tiempo de configuración. Por ello, las generalizaciones sobre las características de estos materiales deben hacerse con precaución. También es posible que el éxito de los cementos se debe en parte al hecho de que, a pesar de una mezcla inadecuada y circunstancias de maduración inadecuada, funcionan satisfactoriamente (36) (37).

La norma ISO vigente para CIV estipula cifras mínimos para propiedades físicas específicas. Los cifras representan los estándares mínimos aceptables para un material destinado al mercado, a diferencia de los que se suelen asociar con materiales que demuestran un alto rendimiento clínico (35). El único tipo de resistencia que aborda la norma ISO es la resistencia a la compresión, pero estos ionómeros cuentan con una resistencia flexional gratificante (36). Asimismo, su resistencia a la compresión no es la única que mejora al aumentar las relaciones polvo - líquido y las concentraciones de poliácido; la resistencia flexional y al corte biaxiales siguen patrones similares. Entre sus propiedades encontramos:

### **Liberación de fluoruro**

Entre los importantes beneficios del CIV se encuentran su capacidad para mantenerse más bajas durante mucho tiempo, mantenidos durante la difusión, mostrando el modelo de excreción rápida inicial (explosión temprana). Además, estos cementos pueden neutralizar la acidez y así elevar el pH en el medio ambiente. Este proceso, conocido como amortiguación, puede brindar beneficios clínicos al proteger el diente de caries adicionales (38). Se ha demostrado que la hidroxiapatita reacciona con medios de almacenamiento ácidos de CIV para absorber fluoruro, independientemente de si el fluoruro forma complejos o no con otras especies químicas. Estos hallazgos sugieren que la mayor cantidad de fluoruro liberado por los ionómeros de vidrio en condiciones ácidas aumentará las cantidades de fluoruro entregado a la fase mineral del diente (37). La liberación de fluoruro también puede reducir la hipersensibilidad de los tejidos duros a los alimentos y bebidas fríos. Estas cantidades de fluoruro parecen alcanzarse con los

cementos, pero no se evidencian a largo plazo en el entorno salival. Hasta la fecha, la liberación se ha estudiado principalmente en agua pura, y cuando se ha utilizado saliva artificial, se han observado niveles de liberación mucho más bajos. Debido a esto, se desconoce la probable liberación clínica en la saliva a largo plazo (39).

### **Adhesión**

La capacidad de adhesión del CIV a la superficie dental constituye una característica clínica significativa, ya que se formulan con ácido acrílico o polímeros similares, reconocidos por su capacidad para mejorar la adhesión, especialmente en relación con el cemento de policarboxilato de zinc. La ventaja que confiere su adhesión se aprovechó hace muchos años, cuando se propusieron los ionómeros de vidrio para la reparación de lesiones de erosión cervical y como selladores de fosas y fisuras (40). En este sentido, al aplicarse sobre esmalte y dentina sin tratar, CIV presentan una buena RTD. La dentina presenta una resistencia de 1,1 a 4,1 MPa, mientras que el esmalte presenta una resistencia de 2,6 a 9,6 MPa. Es probable que la adhesión se produzca en la fase mineral del esmalte, ya que su fuerza de unión suele ser mayor que la de la dentina. En 15 minutos, la resistencia de unión alcanza aproximadamente el 80 % de su valor final y continúa aumentando durante los días siguientes (39).

En la clínica, la superficie del diente se prepara para la unión mediante acondicionamiento, un proceso que implica tratar la superficie del diente recién cortada con una solución acuosa al 37% de ácido poli (ácido acrílico) durante 10 a 20 s seguido de enjuague. Esta técnica destruye la capa de barrillo al exponer los túbulos de dentina y desmineralizar casi en su totalidad la superficie del diente, la cual conduce a un aumento del área de superficie y permite que se produzca una unión micromecánica (40). La adhesión es crucial, ya que facilita la retención de los CIV en el diente y minimiza o elimina la filtración marginal, lo que indica que los microbios dañinos no pueden infiltrarse en el área bajo la restauración y facilitan el deterioro (40).

### **Bioactividad**

Los cementos son inherentemente bioactivos, en parte porque descargan iones biológicamente activos en el ambiente acuoso circundante en concentraciones biológicamente ventajosas. En condiciones ácidas, se liberan en cantidades mayores que en condiciones neutras. Asimismo, se liberan iones de calcio o estroncio, que son encontradas en compuestos muy insolubles en soluciones neutras y en condiciones ácidas, estos reducen el pH del medio de almacenamiento circundante (32).

Los iones liberados poseen numerosas actividades biológicas. El fosfato se encuentra en la saliva y mantiene el equilibrio con la fase mineral del diente. El silicato puede integrarse en la hidroxiapatita dental sin afectar la geometría cristalina; sin embargo, su efecto sobre la fase mineral dental en condiciones clínicas sigue siendo incierto. El calcio

es un mineral vital con numerosas funciones biológicas. En la cavidad oral, es el principal componente de la hidroxiapatita y, en una solución ligeramente ácida, facilita la remineralización dental (32) (40).

En la saliva, los cementos absorben iones de calcio y fosfato y desarrollan una superficie mucho más dura. Relacionada con esto está la observación de que, cuando se utilizan como selladores de fisuras, los CIV forman una sustancia en lo profundo de la fisura que tiene un mayor contenido de calcio y fosfato y es mucho más resistente al corte con un taladro dental que la estructura dental original (40).

### **Ionómeros de vidrio modificados con resina**

En 1991, estos materiales se introdujeron en la profesión odontológica y contienen los mismos componentes esenciales que los CIV convencionales (polvo de vidrio básico, agua, poliácido), así como un componente monomérico y un sistema iniciador asociado (41). El monómero suele ser metacrilato de 2-hidroxietilo, HEMA y el iniciador es canforquinona. Los CIVMR se forman mediante procesos duales de reacción ácido-base y polimerización, lo que resulta en una estructura compleja derivada de la amalgamación de los productos de estas reacciones. Asimismo, la rivalidad entre estas dos reacciones formadoras de redes crea un equilibrio precario entre ellas que pueden comprometer la integridad del material fraguado; por lo tanto, es imperativo seguir estrictamente las instrucciones del fabricante para lograr las características óptimas del material (42) (43). Los vidrios empleados en los cementos modificados con resina son los mismos que los utilizados en los CIV convencionales. El polímero ácido también puede ser el mismo, aunque en algunos materiales está modificado con cadenas laterales que terminan en grupos vinilo insaturados. Estos pueden intervenir en la reacción de polimerización por adición y formar enlaces cruzados covalentes entre las cadenas poliméricas (42).

Las características físicas de los CIV modificados con resina son muy similares a las de los ionómeros de vidrio tradicionales, ya que ambos tipos presentan un mecanismo de liberación de flúor que se desarrolla en dos fases distintas. Inicialmente, hay una fase de lavado, seguida de una fase prolongada caracterizada por la difusión (43).

Los CIV modificados por resina, como CIV tradicional, liberan una pequeña cantidad de sodio, aluminio, fosfato y silicato en condiciones neutras. En condiciones ácidas, se liberan excreción y calcio adicional (estroncio). En la descarga iónica ácida, se correlaciona con un efecto de amortiguación, según el cual el valor de pH aumenta gradualmente en el entorno de almacenamiento con el tiempo (43).

Diferente con los CIV tradicionales, los cementos con resina presentan una biocompatibilidad mucho menor, esto se debe a la liberación del monómero HEMA, que ocurre prioritariamente entorno a las veinticuatro horas tras la lixiviación en diferentes grados de los CIV modificados con resina. Si bien no se recomienda su uso en el método

de restauración asistido por plasma (TRA) como resultado a la utilización de lámparas de polimerización, sus aplicaciones clínicas son idénticas a los CIV convencionales. Se utilizan en restauraciones de clase V, liners, bases y restauraciones de clase I, II y III (principalmente en dientes temporales) (44).

### **Resistencia a la compresión**

Capacidad para gestionar o resistir tensiones que provocan su contracción, también es reconocida como la fuerza que desafía los límites de fractura dúctil de un material (45). Por otro lado, se puede utilizar un aparato de prueba electromecánico para las pruebas de compresión, lo que permite determinar las características del material durante la aplicación de la carga de compresión, así como las curvas tensión-deformación de compresión (45).

### **Resistencia a la tracción diametral**

La prueba de RTD indica la resistencia cohesiva del material que es la fuerza necesaria para romper el material bajo carga masticatoria se ve afectada por estas fuerzas cohesivas internas (14). Además, los niveles de deformación tienen poco efecto sobre estas fuerzas. Como resultado, la tasa de fractura aumenta a medida que aumenta la fragilidad del material. Por lo tanto, los materiales relacionados con el movimiento masticatorio diario deben tener cifras altos de RTD. En consecuencia, estas fuerzas deben poder atravesar cualquier cemento diseñado para reconstrucción de muñones, restauraciones o empastes masivos(14).

## **Definición de términos básicos**

### **Bioactividad**

Los materiales bioactivos (ionómeros) son aquellos que tienen la capacidad de excretar iones específicos en la interfaz de unión, lo que generalmente conduce a un efecto terapéutico y al potencial de biomineralización (46).

### **Caries dental**

Enfermedad microbiológica infecciosa de los dientes que implica la disolución de la matriz calcificada y la desintegración de los tejidos mineralizados (47).

### **Citotoxicidad**

Capacidad de causar daño al tejido pulpar, ya que el material colocado cerca de la pulpa dental puede resultar tóxico (48).

### **EQUIA Forte Fil**

Es un cemento modificado con una innovadora tecnología de vidrio híbrido, la cual mejora las propiedades físicas, la resistencia al desgaste, la erosión ácida y la liberación de fluoruro. Bajo esta premisa, las partículas de vidrio ultrafinas y altamente reactivas

dispersas uniformemente en su estructura aumentan la disponibilidad de iones y crean una matriz más fuerte, incluso en presencia de saliva (19).

### **Fuji IX**

Cemento indicado para su uso en restauraciones geriátricas y pediátricas, reconstrucción de muñones, restauraciones provisionales, etc. Los estudios in vitro han evidenciado resultados favorecedores en comparación con las propiedades mecánicas de otros materiales de su tipo. De ahí que se haya convertido en el material elegido para diversas restauraciones (49).

### **Microdureza**

Descrita como la capacidad del material para resistir la deformación plástica (43).

### **Microfiltración**

Principal factor que contribuyen al fracaso en el uso de CIV, ya que causa caries secundarias e irritación del tejido pulpar (48).

## **Capítulo II: Materiales y Métodos**

### **Método, tipo y nivel de la investigación**

#### **Método de la investigación**

La observación se basa en el método científico que hace referencia a un conglomerado de pasos que se deben suscitar en una investigación científica para poder comprender o explicar un fenómeno (50).

#### **Tipo de la investigación**

Se encuentra condicionada por la investigación aplicada, puesto que genera conocimientos que pueden ser usados para resolver la problemática y cuyo fundamento se basa principalmente en descubrimientos de nuevas teorías (51).

#### **Alcance de la investigación**

Explicativo, puesto que la se busca las causas de los acontecimientos identificando vínculos de causa y efecto (52).

#### **Diseño de la investigación**

La investigación es:

Experimental, se basa en la manipulación de una o más variables independientes para investigar el impacto resultante en la variable dependiente (50).

Transversal, diseño de estudio que consiste en la recopilación de datos en un único periodo, dado que el objetivo es caracterizar las variables y evaluar su frecuencia en un período determinado (50).

Prospectivo, en este diseño, el investigador inicia la recopilación de datos después de plantear el problema de investigación (50).

#### **Población y muestra**

##### **Población**

Establecida por 45 muestras (cilindros) de CIV híbrido "EQUIA Forte Fil" y cemento ionómero convencional Fuji IX, mismas que cumplieron con las especificaciones del "American Dental Association" (ADA) y la norma ISO 4049 (12) (53).

##### **Muestra**

La muestra se obtuvo a través de un cálculo de unidades de ensayo y se obtuvo un mínimo de 9 muestras por grupo; sin embargo, en la investigación se prepararon 10 muestras para cada uno de los materiales en relación a las dos pruebas propuestas

haciendo un total de 40 muestras, mismas que cumplieron las especificaciones del ADA y la norma ISO 4049 para materiales odontológicos, donde las dimensiones del cilindro para las pruebas RC y RTD fueron de 4,0 mm de diámetro x 10,0 mm de altura. (Anexo 4)

Las muestras se dividieron en dos grupos:

Grupo A: Cemento ionómero de vidrio híbrido "EQUIA Forte Fil" (n=20).

Grupo B: Cemento ionómero convencional Fuji IX (n=20).

Cada grupo fue sometido a las pruebas de RC y RTD.

La investigación aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia (50).

### **Criterios de inclusión**

- Muestras de cementos ionómero de vidrio que tengan las proporciones establecidas por las especificaciones de la ADA y la norma ISO 4049 (de 4,0 mm de diámetro x 10,0 mm de altura).
- Muestras de cementos ionómero de vidrio sin imperfecciones (fracturas, burbujas).

### **Criterios de exclusión**

- Muestras de CIV con distinta proporción según lo establecido por las especificaciones de la ADA y la norma ISO 4049.
- Muestras de cementos ionómero de vidrio almacenadas incorrectamente (fuera de temperatura adecuada 37°C)

### **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnica de recolección de datos**

Observación, implica la documentación metódica, válida y fiable de comportamientos o acciones observables y puede llevarse a cabo directa o indirectamente, de forma estructurada o no estructurada (50).

## **Instrumento de recolección de datos**

### **A. Diseño**

El instrumento es una ficha de registro de datos, la misma que fue elaborada por el laboratorio HTL según especificaciones de la norma ISO 4049. (ANEXO 3)

### **B. Confiabilidad**

Se realizó la calibración de la máquina de ensayo universal (LG CMT)) para registrar la carga máxima necesaria para fracturar las muestras en las pruebas RC y RTD. (ANEXO 4)

### **C. Validez**

Al tomar como instrumento una ficha de recolección, donde se registran los datos provenientes de ambas pruebas, no se amerita una validación como tal, pero si una calibración, misma que certifica la confiabilidad de la máquina de ensayo universal (50). (ANEXO 2)

## **Procedimiento de la investigación**

El estudio obtuvo aprobación del comité de ética de la Universidad Continental y del laboratorio HTL antes de proceder con la implementación.

### **Estandarización de las muestras para las pruebas de RC y RTD**

Las proporciones polvo/líquido de los materiales siguieron las pautas establecidas por cada fabricante, para luego ser insertado en los moldes (Matriz metálica), que fueron proporcionado por el laboratorio HTL según las medidas requeridas para cada una de las pruebas mecánicas.

El molde fue recubierto en su interior con vaselina, para luego colocar el material en el molde envaselinado y posteriormente se eliminó el exceso de material. Asimismo, las muestras fueron cubiertas nuevamente con vaselina durante el fraguado inicial y después de la reacción de fraguado (20 min), se retiraron de las matrices. Cada muestra obtenida fue medida con el calibrador digital marca Mituyo, con el objetivo de cumplir los criterios de selección anteriormente mencionados. Posteriormente las muestras fueron divididas en dos grupos:

Grupo A: Cemento ionómero de vidrio híbrido EQUIA Forte Fil.

Grupo B: Cemento ionómero convencional Fuji IX

Para calcular la RC y la RTD de los materiales, se utilizó la máquina de ensayo universal (LG CMT) el que documenta la carga máxima necesaria para fracturar las muestras. Para cada una de las pruebas se prepararon 20 muestras, mismas que se mantuvieron en agua destilada y posteriormente sometidas a las pruebas mecánicas.

#### **Prueba de resistencia a la compresión**

En la prueba de RC, las muestras se posicionaron con los extremos planos entre las placas del aparato aplicando una carga a lo largo del eje a una velocidad de 0,5 mm/min. El cálculo de RC se realizó utilizando la ecuación  $RC = 4 P / \pi d^2$ , donde P = fuerza máxima aplicada a en la fractura y d = diámetro de la muestra.

#### **Prueba de resistencia a la tracción diametral**

En la prueba de RTD, las muestras se colocaron con sus extremos planos perpendiculares a las placas del aparato y la carga se aplicó al diámetro de las muestras a una velocidad transversal de 0,5 mm/min. El cálculo se efectuó mediante la ecuación  $DTS = 2 P / \pi DT$ , donde P es la carga en el momento de la fractura y D = diámetro y T = espesor de las muestras.

Finalmente, los resultados obtenidos de ambas pruebas mecánicas fueron colocados en la respectiva ficha de registro, para ser tabulados en el programa Microsoft Excel.

#### **Análisis de datos**

Los hallazgos del estudio se analizaron con el programa estadístico SPSS-26. Además, la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indicó que los resultados presentaban distribuciones normales, ya que el valor p superó el umbral de significancia del 5 %. Por consiguiente, se empleó la prueba paramétrica t de Student para muestras independientes con un nivel de significancia de 0,05 para evaluar la hipótesis.

#### **Consideraciones éticas**

Este estudio experimental se realizó luego de obtener la aprobación del comité de ética de la Universidad Continental.

## Capítulo III: Resultados y Discusión

### Presentación de resultados y análisis de la información

#### Resistencia a la compresión

Tabla 1. Estadísticos de la resistencia a la compresión del cemento ionómero de la marca "EQUIA Forte Fil"(en Mpa)

Grupo: EQUIA Forte Fil	
Media	118,9
Desv. Desviación	24,4
Varianza	40,960
Asimetría	0,598
Error estándar de asimetría	0,687
Curtosis	-1,435
Error estándar de curtosis	1,334
Rango	64,55
Mínimo	90,89
Máximo	155,44

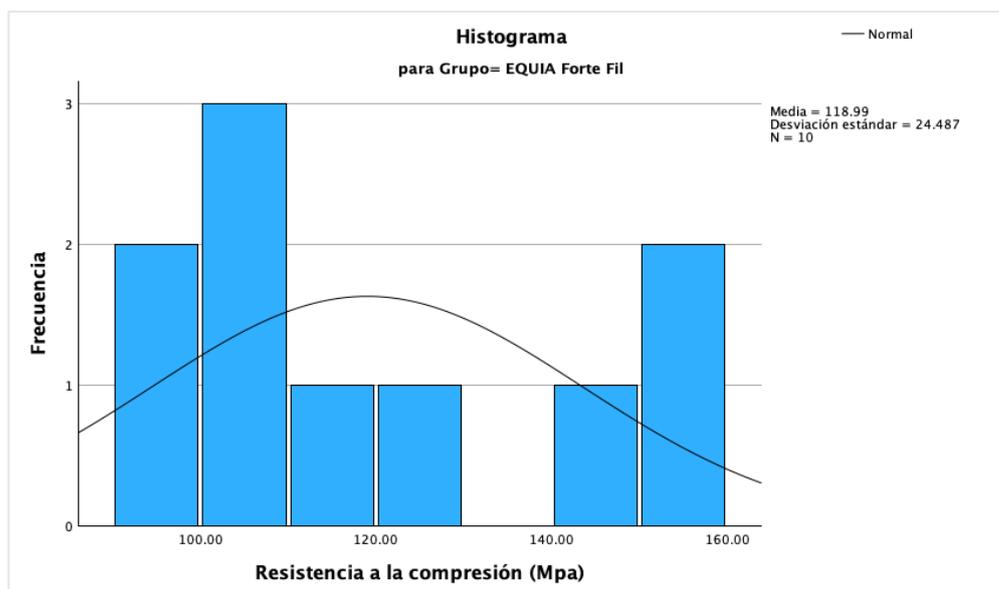


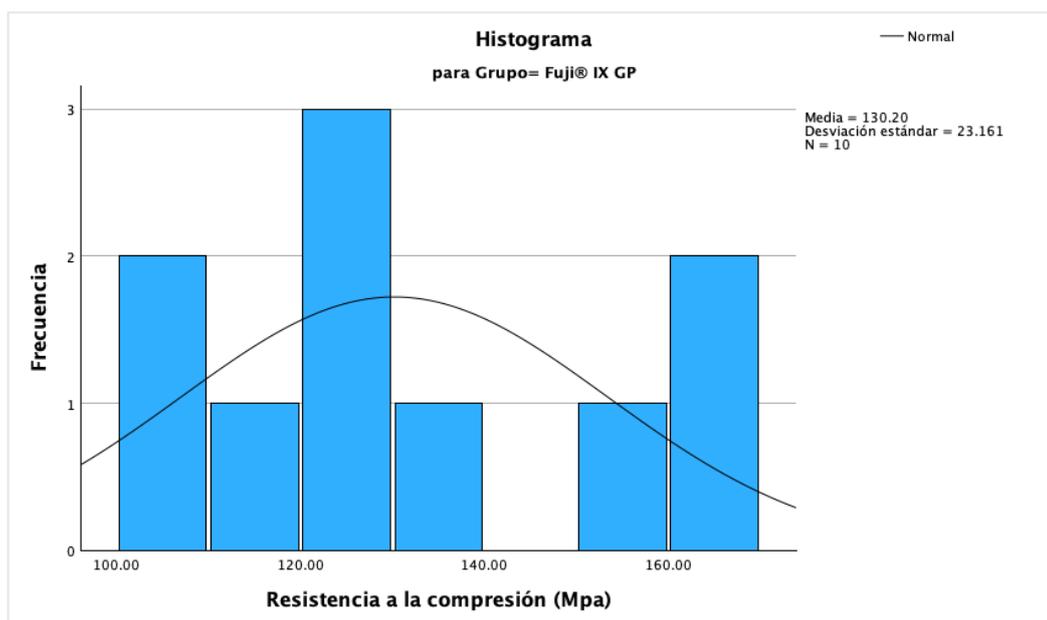
Figura 1. Histograma de la resistencia a la compresión del cemento ionómero de la marca EQUIA Forte Fil

**Interpretación:**

En la tabla 1, respecto a la RC del CIV de la marca "EQUIA Forte Fil" (en Mpa) el promedio obtenido es de 118,9 MPa, con una desviación estándar de 24,4 MPa y una varianza de 40,96 MPa<sup>2</sup>, que indica una variabilidad moderada alrededor de la media, la asignación de los datos muestra una ligera asimetría positiva (0,598) y una curtosis negativa (-1,435), sugiriendo una asignación ligeramente aplanada. El rango de los datos es de 64,55 MPa, con cifras que van desde 90,89 MPa hasta 155,44 MPa, mostrando una variabilidad significativa en la RC.

Tabla 2. Estadísticos de la resistencia a la comprensión del cemento ionómero de la marca “GC Fuji® IX GP” (en Mpa)

GRUPO: “GC Fuji® IX GP”	
Media	130,2
Desv. Desviación	23,2
Varianza	536,4
Asimetría	0,598
Error estándar de asimetría	0,687
Curtosis	-0,879
Error estándar de curtosis	0,954
Rango	66,68
Mínimo	102,15
Máximo	168,83



Fuente: Propia del autor (2024)

Figura 2. Histograma de la resistencia a la comprensión del cemento ionómero de la marca “GC Fuji® IX GP”.

**Interpretación:**

En la tabla 2, la resistencia media obtenida es de 130,2 Mpa y una desviación estándar de 23,2 MPa y una varianza de 536,4 MPa<sup>2</sup>, lo que sugiere una variabilidad moderada alrededor de la media. La asignación de los datos muestra una asimetría positiva de 0,598 y una curtosis negativa de -0,879, indicando una asignación ligeramente achatada en comparación con una asignación normal, el rango de los datos es de 66,68 MPa, con cifras que oscilan entre 102,15 MPa y 168,83 MPa, lo que indica una variabilidad considerable en la RC de este cemento.

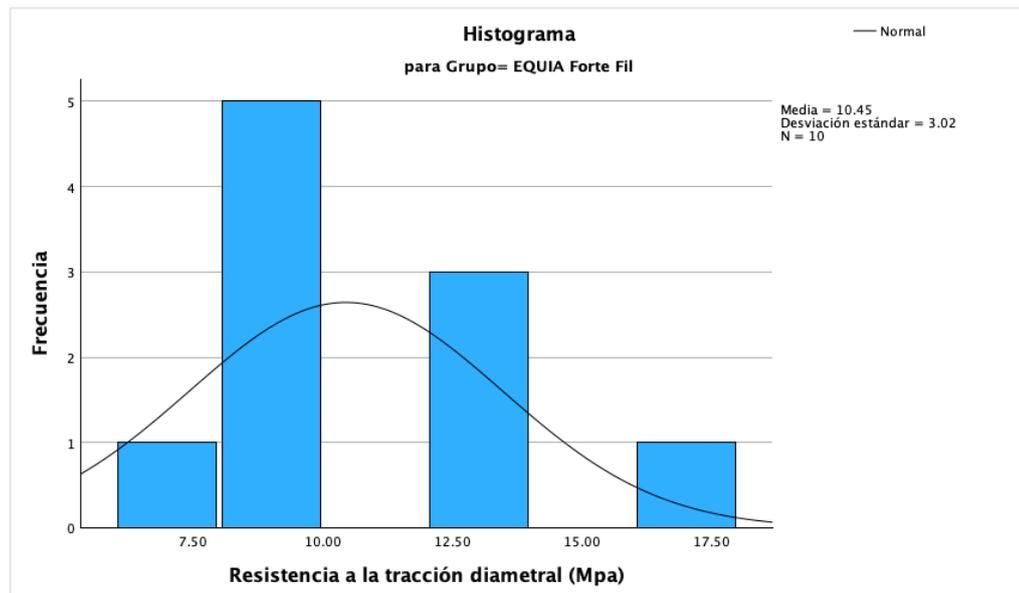
## Resistencia a la tracción diametral

### a) Cemento ionómero de vidrio de la marca EQUIA Forte Fil

Tabla 3. Estadísticos de la resistencia a la tracción diametral del cemento ionómero de la marca "EQUIA Forte Fil" (en Mpa)

GRUPO: EQUIA Forte Fil	
Media	10,4
Desv. Desviación	3,01
Varianza	9,11
Asimetría	0,898
Error estándar de asimetría	0,687
Curtosis	-0,170
Error estándar de curtosis	1,334
Rango	9,36
Mínimo	7,06
Máximo	16,42

Fuente: Propia del autor (2024)



Fuente: Propia del autor (2024)

Figura 3. Histograma de la resistencia a la tracción diametral del cemento ionómero de la marca "EQUIA Forte Fil"

## **Interpretación**

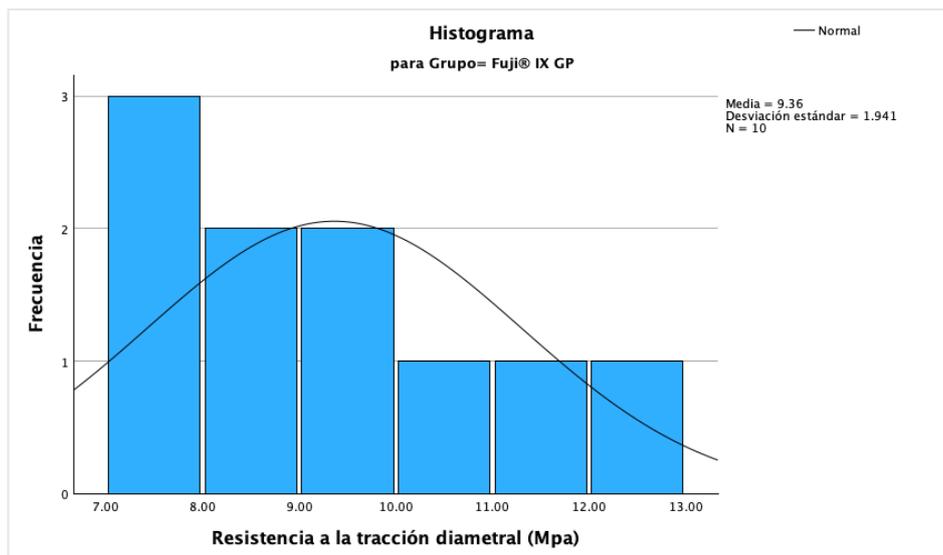
En la tabla 3, la resistencia media obtenida es de 10,4 Mpa y una desviación estándar de 3,01 MPa y una varianza de 9,11 MPa<sup>2</sup>, lo que sugiere una variabilidad moderada alrededor de la media. La asignación de los datos muestra una asimetría positiva de 0,898 y una curtosis negativa de -0,170, lo que indica una asignación ligeramente achatada. El rango de los hallazgos es de 9,36 MPa, con cifras que oscilan entre 7,06 MPa y 16,42 MPa, lo que señala una variabilidad considerable en la RTD de este cemento.

**b) Cemento ionómero de vidrio de la marca “GC Fuji® IX GP”**

*Tabla 4. Estadísticos de la resistencia a la tracción diametral del cemento ionómero de la marca “GC Fuji® IX GP” (en Mpa)*

“GC Fuji® IX GP”	
Media	9,36
Desv. Desviación	1,94
Varianza	3,76
Asimetría	0,784
Error estándar de asimetría	0,687
Curtosis	-0,347
Error estándar de curtosis	1,334
Rango	5,70
Mínimo	7,26
Máximo	12,96

Fuente: Propia del autor (2024)



Fuente: Propia del autor (2024)

*Figura 4. Histograma de la resistencia a la tracción diametral del cemento ionómero de la marca “GC Fuji® IX GP”*

**Interpretación:**

En la tabla 4, la resistencia media obtenida es de 9,36 MPa, con una desviación estándar de 1,94 MPa y una varianza de 3,76 MPa<sup>2</sup>, lo que sugiere una variabilidad baja en relación con la media. La asignación de los datos muestra una asimetría positiva de 0,784 y una curtosis negativa de -0,347, sugiriendo una asignación ligeramente achatada en comparación con una asignación normal. El rango de los datos es de 5,70 MPa, con cifras que oscilan entre 7,26 MPa y 12,96 MPa, indicando una variabilidad moderada en la resistencia a la compresión de este cemento.

## Prueba de Hipótesis

Para realizar las pruebas de hipótesis es fundamental establecer primero si la prueba será paramétrica o no paramétrica, para lo cual se realizó la prueba de normalidad correspondiente.

### Formulación de las hipótesis Nula (H0) y Alterna (H1)

H0: La asignación de la variable no difiere de la asignación normal

H0:  $p \geq 0,050$

H1: La asignación de la variable difiere de la asignación normal.

H1:  $p < 0,050$

Tabla 5. Prueba de normalidad de variables de investigación

	Cemento ionomérico	Estadístico		
		Shapiro- Wilk	gl	Sig.
Resistencia a la compresión (Mpa)	EQUIA Forte Fil	0,863	10	0,082
	Fuji® IX GP	0,914	10	0,313
Resistencia a la tracción diametral (Mpa)	EQUIA Forte Fil	0,873	10	0,109
	Fuji® IX GP	0,914	10	0,308

### Interpretación:

En relación con la normalidad de variables se observa que tanto la variable resistencia a la comprensión y la RTD tienen distribuciones normales, ya que el p-valor es superior al 5% de significancia para ambos, estos resultados concluyen que se debe de utilizar las pruebas paramétricas.

## Prueba de Hipótesis General

H1: Existe diferencia significativa entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción diametral de cementos ionómero de vidrio, Arequipa 2024.

H0: No existe diferencia significativa entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción diametral de cementos ionómero de vidrio, Arequipa 2024.

**Paso 2:** Valor de significancia:  $\alpha = 0,05$

**Paso 3:** Tipo de prueba de hipótesis: Prueba de correlación de Pearson

**Paso 4:** Criterio de decisión

Si  $p(\text{sig.}) < 0,05$ , se rechaza la  $H_0$ .

Si  $p(\text{sig.}) > 0,05$ , se acepta la  $H_0$ .

*Tabla 6. Comparación la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción diametral de cementos ionómero de vidrio, Arequipa 2024*

Cemento ionomérico	Resistencia a la compresión (Mpa)			Resistencia a la tracción diametral (Mpa)		
	Media	Diff	P-valor*	Media	Diff	P-valor*
EQUIA Forte Fil	118,9 ± 24,5	-11,3	0,307	10,5 ± 3,01	1,1	0,353
Fuji® IX GP	130,2 ± 23,2			9,4 ± 1,94		

\* Prueba T para comparación de medias  
Fuente: Propia del autor (2024)

### Interpretación:

Los resultados muestran que, en promedio, el cemento ionomérico Fuji® IX GP exhibió una mayor resistencia a la compresión ( $130,2 \pm 23,2$  MPa) en comparación con “EQUIA Forte Fil” ( $118,9 \pm 24,5$  MPa), Sin embargo, la diferencia no fue significativa según la prueba t realizada ( $p\text{-valor} = 0,307$ ). En cuanto a la RTD, “EQUIA Forte Fil” mostró una media ligeramente superior ( $10,5 \pm 3,01$  MPa) en comparación con Fuji® IX GP ( $9,4 \pm 1,94$  MPa); sin embargo, la diferencia no fue contrastantemente significativa ( $p\text{-valor} = 0,353$ ). En resumen, aunque Fuji® IX GP tendió a exhibir una mayor resistencia a la compresión, y “EQUIA Forte Fil” mostró una ligera ventaja en la RTD, pero ninguna diferencia fue lo suficientemente significativa según las pruebas realizadas.

## Discusiones de resultados

La introducción de los CIV ha sido popular en odontología por su gran biocompatibilidad, sus propiedades anticariogénicas liberación de flúor y a su uso en tratamientos de restauraciones no traumáticas (17). Además, se adhiere químicamente al esmalte y la dentina, evitando la necesidad de una preparación retentiva de la cavidad provocando la preservación máxima de la estructura dental (12). En la investigación actual, se utilizaron muestras para realizar pruebas in vitro, puesto que antes de realizar estudios clínicos en pacientes, es fundamental realizar investigaciones preliminares in vitro, las cuales proporcionan pruebas concluyentes para la aplicación clínica de los materiales restauradores.

En este sentido, la investigación propuso comparar la RC y la resistencia a la RTD de CIV, encontrándose que, aunque Fuji® IX GP tendió a exhibir una mayor RC, y "EQUIA Forte Fil" mostró una ligera ventaja en la RTD, pero no se exhibieron diferencias significativas en ambas pruebas ( $p\text{-valor} > 0.05$ ). Los resultados estuvieron de acuerdo con un estudio realizado por Kunte et al. (14), dado que la diferencia entre los grupos no es significativa ( $0.454 > 0,05$ ). La semejanza de ambos estudios puede deberse a la variabilidad en las condiciones de prueba y el material disponible, la variabilidad en la composición, el proceso de fabricación, el tamaño de las partículas de polvo, el tipo, las concentraciones, el peso molecular del líquido y las proporciones de polvo a líquido. Por otro lado, el estudio de Poornima et al. (22), difiere de los hallazgos, ya que al comparar la RC de EQUIA Forte con un CIV convencional y un CIV modificado con resina, los resultados favorecieron significativamente ( $p = 0,007$ ) al cemento híbrido de vidrio, es decir, EQUIA Forte, lo que podría deberse a que las fuerzas de cohesión en ese tipo de material son idénticas tanto en los ensayos RC como en RTD.

En relación con la evaluación de la RC de "EQUIA Forte Fil" y "GC Fuji® IX GP", se determinó que el cemento ionomérico Fuji® IX GP exhibió una mayor RC con un promedio de  $130,2 \pm 23,2$  Mpa, pero la diferencia no fue contrastante ( $p\text{-valor} > 0,05$ ). La RC de un material de restauración es importante porque el material restaurador reemplaza parte de la estructura dental y debe proporcionar suficiente resistencia para resistir las fuerzas de compresión y tracciones intraorales que se producen en función y para función. En este sentido, Fuji IX está indicado para su uso en restauraciones geriátricas y pediátricas, reconstrucción de muñones y restauraciones provisionales, de ahí que se haya convertido en el material elegido para diversas restauraciones. Por otro lado, en la investigación de Kunte et al. (14), el valor medio de la resistencia compresiva para EQUIA Forte fue de 112,48 Mpa, el cual fue ligeramente mayor que el ionómero Fuji IX con un valor promedio

de 108,59 MPa, pero la diferencia no fue contrastante ( $p$ . valor  $>0,05$ ) concordando con los hallazgos de Baños. (25), que al igual que el estudio de Bahammam et al. (15), el ionómero de restauración ChemFil Rock presentó la mayor RC con un promedio de  $171,3 \pm 30,99$  Mpa por sobre Fuji IX que solo alcanzo un promedio de  $131,2 \pm 10,03$  Mpa con diferencias significantes ( $p \leq 0,05$ ), lo podría estar atribuido a la acumulación única de zinc, la cual podría mejorar la reactividad, y la contribución del óxido de zinc como modificador de la red a la rotura del enlace Si-O-Si en el vidrio, lo cual aumenta la sensibilidad del vidrio y conjuntamente sus características mecánicas. En conformidad con lo mencionado el estudio de Verma et al. (17) determinó que el ionómero híbrido obtuvo el mayor esfuerzo a la compresión con un promedio de  $130,686 \pm 9,8580$  Mpa, en tanto el ionómero convencional Fuji IX solo obtuvo un promedio de  $98,040 \pm 13,6228$  Mpa con cifras estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ), lo que sería atribuido al hecho de que los monómeros del ionómero híbrido, junto con iniciadores, catalizadores y otros aditivos, forman la parte reactiva de un material basado en resina que proporciona fuertes propiedades mecánicas y una buena estabilidad en el tiempo.

En relación con la evaluación de la RTD de “EQUIA Forte Fil” y “GC Fuji® IX GP”, se determinó que el CIV “EQUIA Forte Fil” mostró una media ligeramente superior con  $10,5 \pm 3,01$  MPa en comparación con Fuji® IX GP con  $9,4 \pm 1,94$  Mpa; sin embargo, esta diferencia no fue contrastante ( $p > 0,05$ ). La fabricación del cemento híbrido EQUIA Forte se realizó con el fin de mejorar las propiedades físicas, la resistencia al desgaste, la erosión y la liberación de fluoruro. En este sentido, las micropartículas de vidrio y altamente reactivas dispersas uniformemente en su estructura aumentan la disponibilidad de iones y crean una matriz más fuerte, incluso en presencia de saliva. De acuerdo con los hallazgos, el estudio de Bahammam et al. (15) y Moshaverinia et al. (19), exhibieron resultados similares, ya que no se observaron disparidades contrastantes en los cifras RTD, lo que confinaría una reacción ácido-base más completa en la masa y en la superficie del material sobre su configuración atribuido a la presencia de micropartículas de vidrio reactivas que se encuentran distribuidas por toda su estructura.

Finalmente, cabe mencionar que la elección del material para la restauración dental depende de la resistencia del material y el lugar de aplicación para que pueda soportar fuerzas intraorales durante movimientos funcionales y parafuncionales de la mandíbula. Por ello, el conocimiento sobre los atributos de las propiedades mecánicas de cualquier material nos permite diferenciar entre las causas potenciales de fallas clínicas que pueden deberse a deficiencias del material, características de diseño, errores del dentista, errores

del técnico o factores del paciente como la dieta, la magnitud de la fuerza de mordida y la orientación de la fuerza.

## Conclusiones

1. Se concluye, que al comparar la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción diametral de cementos ionómero de vidrio, no se exhibieron diferencias significativas para las ambas pruebas ( $p$ -valor  $>0,05$ ).
2. Se concluye, que el cemento ionomérico Fuji® IX GP exhibió una mayor resistencia a la compresión con un promedio de  $130,2 \pm 23,2$  Mpa, mientras que “EQUIA Forte Fil” presentó un promedio de  $118,9 \pm 24,5$  Mpa. Asimismo, es importante mencionar que la diferencia no fue estadísticamente contrastante ( $P > 0,05$ ).
3. Se concluye, que el cemento ionomérico “EQUIA Forte Fil” exhibió una mayor resistencia a la tracción diametral con un promedio de  $10,5 \pm 3,01$  Mpa, mientras que Fuji® IX GP presentó un promedio de  $9,4 \pm 1,94$  Mpa. Asimismo, es importante mencionar que la diferencia no fue estadísticamente contrastante ( $P > 0,05$ ).

## Recomendaciones

1. Se recomienda a los futuros investigadores realizar estudios clínicos con el fin de evaluar diferentes parámetros de las pruebas de resistencia mecánica, mismas que deben incluir una muestra mayor, para evaluar la tasa de éxito de los materiales durante práctica clínica.
2. Se recomienda a los futuros investigadores evaluar el tiempo de trabajo, la rugosidad de la superficie, la resistencia a la flexión, y la resistencia de la dentina adhesiva con el objetivo de consolidar nuevas posibilidades de la relación polvo/líquido de los distintos tipos de CIV como búsqueda de una opción segura y eficaz en el control de la caries en la técnica de restauración atraumática.
3. Se recomienda a los futuros investigadores evaluar las propiedades de resistencia al desgaste, liberación de fluoruro y tenacidad a la fractura. Además, realizar comparaciones con otros tipos de materiales de restauración, con el fin de lograr un mayor consenso del clínico a la hora de la correcta elección del material.
4. Se recomienda el uso de ambos materiales como material de restauración para pacientes pediátricos. Sin embargo, se requieren más estudios in vivo para autentificarlos como materiales de restauración ideal.

## Bibliografía

1. Qiu W, Zhou Y, Li Z, Huang T, Xiao Y, Cheng L. Application of antibiotics/antimicrobial agents on dental caries. *BioMed Res Int* [internet]. 2020 Mayo; 17(1): p. 1-11.
2. Kutuk ZB, Ozturk C, Cakir FY, Gurgan S. Mechanical performance of a newly developed glass hybrid restorative in the restoration of large MO Class 2 cavities. *Niger J Clin Pract* [Internet]. 2019 Enero; 22(6): p. 833-841.
3. Malik Z, Qasim Butt D, Qasim Butt Z, Muhammad N, Kaleem M, Liaqat S, et al. Evolution of Anticariogenic Resin-Modified Glass Ionomer Cements. *ChemBioEng* [Internet]. 2021 Mayo; 8(4): p. 326–36.
4. Almuhaiza M. Glass-ionomer Cements in Restorative Dentistry: A Critical Appraisal. *J Contemp Dent Pract* [internet]. 2016 Mayo; 17(4): p. 331-6.
5. Review M, Al Shaibani D, Bamusa B, Bajafar S, Al Eidan S, Almuhaideb D, Alhakeem F, Bakhadher W. Cronicon EC DENTAL SCIENCE Modification of Glass Ionomer Restorative Material: A Review of Literature. *EC Dent Sci* [Internet]. 2019 Mayo; 18(5): p. 1001–6.
6. Sharafeddin F, Bahrani S. Effect of Hydroxyapatite on Surface Roughness of Zirconomer, and Conventional and Resin-Modified Glass Ionomers. *Front Dent* [Internet]. 2020 Mayo; 20(1): p. 17-36.
7. Sharafeddin F, Jowkar Z, Bahrani S. Comparison between the effect of adding microhydroxyapatite and chitosan on surface roughness and Microhardness of resin modified and conventional glass ionomer cements. *J Clin Exp Dent* [Internet]. 2021 Agosto; 13(8): p. 737-744.
8. Caso R, Campos C. Propiedades y aplicación clínica de ionómeros de vidrio de alta densidad disponibles en Lima-Perú. *Odontol. Sanmarquina* [Internet]. 2021 Abril; 24(4): p. 351-356.

9. Cosgun A, Bolgul B, Durán N. In vitro Investigation of Antimicrobial Effects, Nanohardness, and Cytotoxicity of Different Glass Ionomer Restorative Materials in Dentistry. *J pract clinic* [Internet]. 2019 Junio; 23(3): p. 422-431.
10. Adnan M, Zaman B, Shereen A, Maqbool H, Afridi K, Liaqat S, Imran M. Evaluation of compressive strength of conventional glass ionomer cement and resin modified glass ionomer cement. *Int J Health Sci* [Internet]. 2022 Enero; 12(2): p. 932–6.
11. Pournima P, Paromita K, Mallikarjuna K, et al. Comparative evaluation of compressive strength and surface microhardness of EQUIA Forte, resin-modified glass-ionomer cement with conventional glass-ionomer cement. *Jour Soc Ped Odont* [internet]. 2019 Mayo; 37(3): p. 265-270.
12. Kaur A, Ghuman MK, Kaur B. Comparative evaluation of compressive strengths of glass ionomer cement, composite and cention-N restorative materials: An in-vitro study. *MAR Dental Scie* [Internet]. 2023 Abril; 7(5): p. 1-10.
13. Vieira FS, Pereira RP, Costa SXS, Figueiredo D de R. Diametral tensile strength of conventional glass ionomer cements with modified powder ratio for uses in atraumatic restorative treatment. *RGO* [Internet]. 2022 Enero; 7(1): p. 13-20.
14. Kunte S, Shah SB, Patil S, Shah P, Patel A, Chaudhary S. Comparative Evaluation of Compressive Strength and Diametral Tensile Strength of Conventional Glass Ionomer Cement and a Glass Hybrid Glass Ionomer Cement. *Int J Clin Pediatr Dent* [Internet]. 2022 Agosto; 15(4): p. 398-401.
15. Bahammam S, Nathanson D, Fan Y. Evaluating the Mechanical Properties of Restorative Glass Ionomers Cements. *Inter Dent Jour* [Internet]. 2022 Noviembre; 72(6): p. 859-865.
16. Senthilkumar V, Ramesh S, Subbarao C. Comparative evaluation of compressive and tensile strength for glass ionomer cement and cention-n. *Int J Dent Oral Sci* [Internet]. 2021 Enero; 8(8): p. 3633–7.

17. Verma V, Mathur S, Sachdev V, Singh D. Evaluation of compressive strength, shear bond strength, and microhardness values of glass-ionomer cement Type IX and Cention N. *J Conserv Dent* [Internet]. 2020 Mayo; 23(6): p. 550-560.
18. Zhang J, Braun P, Banerjee A. In vitro compressive strength and edge stability testing of directly repaired glass-ionomer cements. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2020 Junio; 24(9): p. 3029–38.
19. Moshaverinia M, Navas A, Jahedmanesh N, Shah K, Moshaverinia A, Ansari S. Comparative evaluation of the physical properties of a reinforced glass ionomer dental restorative material. *J Prosth Dent* [Internet]. 2019 Julio; 122(2): p. 154-159.
20. Sharma A, Babaji P, Sujith R, Yadav TG, Pitalia D, Apoorva K. Comparative evaluation of mechanical and microleakage properties of cention-N, composite, and glass ionomer cement restorative materials. *J Contemp Dent Pract* [Internet]. 2020 Octubre; 21(6): p. 691–5.
21. Kaur M SMJA. A comparative evaluation of compressive strength of Cention N with glass ionomer cement: An in-vitro study. *J Appli Dent Scie* [Internet]. 2019 Abril; 5(1): p. 5–09.
22. Poornima P, Koley P, Kenchappa M, Nagaveni NB, Bharath K, Neena I. Comparative evaluation of compressive strength and surface microhardness of EQUIA Forte, resinmodified glass-ionomer cement with conventional glass-ionomer cement. *J Indian Soc Pedod*. 2019 Junio; 37(3): p. 265.
23. Patel A, Dalal D, Lakade L. Comparitive evaluation of compressive strength and diametral tensile strength of Zirconomer, Ketac molar and type IX GIC- an in – vitro study. *Inter Jour Res* [internet]. 2018 Agosto; 10(5): p. 70091.
24. Villarreal, Llancari PL. Liberación de fluoruro y resistencia flexural de tres materiales restauradores bioactivos: estudio in vitro. [Tesis de grado]. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal; 2024.
25. Aquino W, Izquierdo J, Revilla AF. Evaluación in vitro de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023. [Tesis

para optar el título profesional de Cirujano Dentista]. Huancayo: Universidad Continental; 2024.

26. Gamboa H. Efectividad del cemento dual y el ionómero Fuji I en la resistencia adhesiva de cementación de postes de fibra en dientes endodonciados Trujillo 2022. [Tesis de grado]. Lima: Universidad Alas Peruanas; 2023.
27. Zavaleta M. Resistencia a la compresión de tres cementos de ionómero de vidrio autopolimerizable de alta densidad envejecidos artificialmente: in vitro. [Tesis de grado]. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal; 2022.
28. Carrasco A, Yucra c. Resistencia a la compresión de tres cementos ionoméricos de vidrio de restauración convencional sumergidos en saliva artificial. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista]. Huancayo: Universidad Roosevelt; 2022.
29. Baños J. Comparación de la resistencia a la compresión entre dos Cementos de Ionómero de Vidrio indicados para reconstrucción de muñones in vitro. [Tesis para obtener el título de cirujano dentista]. Piura: Universidad César Vallejo; 2021.
30. Dávila CM, Barandiarán B. Comparación in vitro de la resistencia a la compresión de diferentes marcas de cemento ionómero de vidrio autocurable en la técnica de art. [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2018.
31. Rodríguez A. Resistencia a la compresión de tres tipos de ionómero de restauración de autocurado de uso odontopediátrico estudio IN VITRO. [Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista]. Quito: Facultad de Odontología carrera de odontología, Universidad Central del Ecuador; 2018.
32. Nicholson JW, Sidhu SK, Czarnecka B. Enhancing the mechanical properties of glassionomer dental cements: A review. *Materials (Basel)* [Internet]. 2020 Octubre; 13(11): p. 2510.
33. Malacarne IT, Takeshita WM, Souza DV de Nagaoka MR, Aguiar O Jr, Renno ACM, Araki D. Assessment of genotoxicity of glass ionomer cements: a systematic review. *Crit Rev Toxicol* [Internet]. 2022 Mayo; 52(5): p. 389–96.

34. Wetzel R, Eckardt O, Biehl P, Brauer DS, Schacher FH. Effect of poly(acrylic acid) architecture on setting and mechanical properties of glass ionomer cements. *Dent Mater* [Internet]. 2020 Junio; 36(3): p. 377–86.
35. Park EY, Kang S. Current aspects and prospects of glass ionomer cements for clinical dentistry. *Yeungnam Univ J Med* [Internet]. 2020 Enero; 37(3): p. 169–78.
36. Blanco S, Frías S, Tarón A, Bustillo J, Díaz A. Resistencia a la compresión del ionómero de vidrio y de la resina compuesta. Estudio in vitro. *Rev Odontol Mex* [Internet]. 2017 Abril; 21(2): p. 109–13.
37. Almuhaiza M. Glass-ionomer cements in Restorative Dentistry: A critical appraisal. *J Contemp Dent Pract* [Internet]. 2016 Noviembre; 17(4): p. 331–6.
38. Amin F, Rahman S, Khurshid Z, Zafar MS, Sefat F, Kumar N. Effect of nanostructures on the properties of glass ionomer dental restoratives/cements: A comprehensive narrative review. *Materials (Basel)*. 2021 Septiembre; 14(21): p. 6260.
39. Fuhrmann D, Murchison D, Whipple S, Vandewalle K. Properties of new glassionomer restorative systems marketed for stress-bearing areas. *Oper Dent* [Internet]. 2020 Noviembre; 45(1): p. 104–10.
40. Panpisut P, Monmaturapoj N, Srion A, Toneluck A, Phantumvanit P. Physical properties of glass ionomer cement containing pre-reacted spherical glass fillers. *Braz Dent J* [Internet]. 2020 Febrero; 31(4): p. 445–52.
41. Gjorgievska E, Nicholson JW, Gabrić D, Guclu ZA, Miletić I, Coleman NJ. Assessment of the impact of the addition of nanoparticles on the properties of glass-ionomer cements. *Materials (Basel)* [Internet]. 2020 Julio; 13(2): p. 276.
42. Ghilotti J, Mayorga P, Sanz JL, Forner L, Llana C. Remineralizing ability of resin modified glass ionomers (RMGICs): A systematic review. *J Funct Biomater* [Internet]. 2023 Agosto; 14(8): p. 421-429.
43. Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glassionomer to bioactive glass-ionomer. *Dent Res J (Isfahan)*. 2013 Mayo; 10(4): p. 411–20.

44. Bapat RA, Parolia A, Chaubal T, Dharamadhikari S, Abdulla AM, Sakkir N, Kesharwani P. Recent update on potential cytotoxicity, biocompatibility and preventive measures of biomaterials used in dentistry. *Biomater Sci* [Internet]. 2021 Octubre; 9(9): p. 3244–83.
45. Santos AP, Moreira IKD, Scarpelli AC, Pordeus IA, Martins CC, Paiva SM. Survival of Adhesive Restorations for Primary Molars: A Systematic Review and Metaanalysis of Clinical Trials. *Pediatr Dent*. 2016 Marzo; 38(5): p. 370-378.
46. Makanjuola J, Deb S. Chemically activated glass-ionomer cements as bioactive materials in dentistry: A review. *Prosthesis* [Internet]. 2023 Enero; 5(1): p. 327–45.
47. Jairam LS, Shri M D, Chandrashekar A, Prabhu TN, Arjun A, Premkumar HB. Antibacterial and mechanical properties of cerium oxide nanoparticles modified glass ionomer cement. *Mater Chem Phys* [Internet]. 2024; 315(12): p. 129040.
48. Murugan R, Yazid F, Nasruddin NS, Anuar NNM. Effects of nanohydroxyapatite incorporation into glass ionomer cement (GIC). *Minerals (Basel)* [Internet]. 2021 Diciembre; 12(1): p. 9.
49. Khandelwal D, Gupta K, Singla S, Bhadoria N, Kukreja R, Pawar P, Dewani N. An in vitro study to compare the release of fluoride from glass ionomer cement (Fuji IX) and zirconomer. *Int J Clin Pediatr Dent* [Internet]. 2022 Noviembre; 15(1): p. 35–7.
50. Hernández SR, Fernández CC, Baptista LM. *Metodología de la investigación*. 6th ed. México: McGraw-Hill; 2014.
51. Villasis M, Miranda M. El protocolo de investigación IV: las variables de estudio. *Rev Alergia Mex* [internet]. 2016 Mayo; 63(3): p. 303-310.
52. Guevara G, Verdesoto A, Castro N. Metodologías de investigación educativa (descriptivas). *Reci Mund* [internet]. 2020 Abril; 4(3): p. 165-171.
53. Özcan C, Lestriez P, Berry-Kromer V, Thiebaud F, Sockalingum GD, Untereiner V, Josset Y. Misinterpretation of ISO 4049 standard recommendations: Impact on

Young's modulus and conversion degree of dental composites. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2020 Septiembre; 110(10): p. 103947.

# **ANEXOS**

## ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	MUESTRA
<p><b>Problema general</b> ¿Cuál es la diferencia entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción diametral de cementos ionómero de vidrio, Arequipa 2023?</p> <p><b>Problemas específicos</b> ¿Cuál es la resistencia a la compresión de EQUIA Forte Fil y GC Fuji® IX GP, Arequipa 2023?</p> <p>¿Cuál es la resistencia a la tracción diametral de EQUIA Forte Fil y GC Fuji® IX GP, Arequipa 2023?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Comparar la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción diametral de cementos ionómero de vidrio, Arequipa 2023.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> Evaluar la resistencia a la compresión de EQUIA Forte Fil y GC Fuji® IX GP, Arequipa 2023.</p> <p>Evaluar la resistencia a la tracción diametral de EQUIA Forte Fil y GC Fuji® IX GP, Arequipa 2023.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> H1: Existe diferencia significativa entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción diametral de cementos ionómero de vidrio, Arequipa 2023.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> H1: Existe resistencia a la compresión de EQUIA Forte Fil y Fuji IX, Arequipa 2023.</p> <p>H1: Existe resistencia a la tracción diametral de EQUIA Forte Fil y Fuji IX, Arequipa 2023.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Cementos ionómero de vidrio</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Resistencia a la compresión</p> <p>Resistencia a la tracción diametral</p>	<p><b>Método de la investigación:</b> Método científico</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Alcance de la investigación:</b> Explicativa</p> <p><b>Diseño de la investigación:</b> Experimental, transversal y prospectiva</p>	<p><b>Lugar donde se recolectarán los datos:</b> Laboratorio High Technology Laboratory Certificate (HTL)</p> <p><b>Año:</b> 2024</p> <p><b>Población:</b> se prepararon 45 muestras para las pruebas de compresión y resistencia diametral del ionómero de vidrio híbrido EQUIA Forte Fil y el cemento ionómero convencional Fuji IX</p> <p><b>Muestra:</b> Conformada por un total de 40 cilindros, para las dos marcas de ionómeros.</p>

## ANEXO N°2: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	ESCALA VALORATIVA
<b>Resistencia a la compresión</b>	Propiedad mecánica más importante de los materiales de restauración. Siguiendo esta línea, los materiales que carezcan de buenas propiedades mecánicas, tienden a fracturarse bajo cargas oclusales.	Máquina de pruebas universales	Megapascal (Mpa)	De razón	Media y desviación estándar
<b>Resistencia a la tracción diametral</b>	Propiedad física o mecánica, mide la dureza de un material, donde se aplica una menor cantidad de fuerza.	Máquina de pruebas universales.	Megapascal (Mpa)	De razón	Media y desviación estándar
<b>Ionómeros de vidrio</b>	Cementos ácido-base que se basan en el producto de la reacción de ácidos poliméricos débiles con vidrios en polvo de carácter básico y su fraguado se produce en soluciones concentradas en agua y la estructura final contiene una cantidad sustancial de vidrio.		EQUIA Forte. GC Fuji® IX GP.	Nominal	

### ANEXO N°3

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

$$\eta = \frac{w - w^2 \cdot Z\beta + 1,4 \cdot Z\alpha^2}{(0,80)^2}$$
$$\eta = 9$$

$n$  = Número mínimo de repeticiones presentes en el estudio

$Z\beta$  = Valor designado al valor estadístico

$Z\alpha$  = Valor designado al nivel de confianza

$w$  = Diferencia mínima observable

Reemplazando los valores tenemos:  $Z\alpha = 1,96$ ;  $Z\beta = 0,842$ ;  $W = 0,80$  (80%)

Obteniéndose como mínimo número de replicados el valor 9; sin embargo, se usarán 10 repeticiones, en caso de que exista pérdida durante las pruebas mecánicas.

## ANEXO N°4



Huancayo, 21 de febrero del 2024

### OFICIO N°0149-2024-CIEI-UC

Investigadores:

**JOSSELINE ALEJANDRA ALVAREZ ZAPANA**  
**JOSE FRANCISCO CONDORI ARACA**  
**RUSBEL RIGOBERTO ROQUE CANAHUIRE**

### Presente-

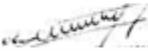
Tengo el agrado de dirigirme a ustedes para saludarles cordialmente y a la vez manifestarles que el estudio de investigación titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIAMETRAL DE CEMENTOS IONÓMERO DE VIDRIO, AREQUIPA 2023.**

Ha sido **APROBADO** por el Comité Institucional de Ética en Investigación, bajo las siguientes precisiones:

- El Comité puede en cualquier momento de la ejecución del estudio solicitar información y confirmar el cumplimiento de las normas éticas.
- El Comité puede solicitar el informe final para revisión final.

Aprovechamos la oportunidad para renovar los sentimientos de nuestra consideración y estima personal.

Atentamente


Walter Calderón Gerstein  
Presidente del Comité de Ética  
Universidad Continental

C.c. Archivo.

**Arequipa**  
Av. Los Incas S/N,  
Josa Luis Bustamante y Rivero  
(054) 412 030

Calle Alfonso Ugarte 607, Yanahuara  
(054) 412 030

**Huancayo**  
Av. San Carlos 1980  
(064) 481 430

**Cusco**  
Urb. Manuel Prado - Lote B, N°7 Av. Collahuayo  
(084) 480 070

Sector Angostura KM. 10,  
caserío San Jerónimo - Saylla  
(084) 480 070

**Lima**  
Av. Alfredo Mendola 520, Los Olivos  
(01) 213 2760

J. Junín 355, Miraflores  
(01) 213 2760

[ucontinental.edu.pe](http://ucontinental.edu.pe)

## ANEXO N°5

### PERMISO DEL LABORATORIO



#### CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN 001-2024

EL QUE SUSCRIBE, JEFE DE LABORATORIO

Es grato dirigirme a Ud. Y saludarle a nombre del Laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C; así mismo comunicarle la aceptación para el desarrollo del proyecto de tesis denominado "ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIAMETRAL DE CEMENTOS IONÓMERO DE VIDRIO, AREQUIPA 2023"; que se encuentran realizando los testistas:

- Josseline Alejandra Alvarez Zapana. - 75490067
- Jose Francisco Condori Araca. - 44640076
- Rusbel Rigoberto Roque Canahuire. - 73388255

De la especialidad de Odontología, de la Universidad Continental.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados

Lima, 16 de Enero del 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Robert Nick Eusebio Teheran', written over a faint blue grid background.

Ing. Robert Nick Eusebio Teheran  
Jefe de Laboratorio

☎ 997 123 584 / 949 059 602  
✉ laboratoriomec@ensayoshlpe  
📍 Jr. Nepenthes 364, San Juan de Lurigancho - Lima

## ANEXO: 6

### INSTRUMENTO

#### FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-045-2024	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	02-04-2024
<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN CILINDROS DE IONOMERO DE VIDRIO ODONTOLÓGICO</b>				
<b>1. DATOS DE LOS TESISITAS</b>				
Nombre de tesis	: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIAMETRAL DE CEMENTOS IONOMERO DE VIDRIO, AREQUIPA 2023"			
Nombres y Apellidos	: Josseline Alejandra Alvarez Zapana / Jose Francisco Condori Araca / Rusbel Rigoberto Roque Canahuire			
Dni	: 75490067 / 44640076 / 73388255			
Dirección	: Ciudad - Arequipa			
<b>2. EQUIPOS UTILIZADOS</b>				
<b>Instrumento</b>	<b>Marca</b>	<b>Aproximación</b>		
Maquina de Ensayos Mecánicos Vernier Digital	LG CMT- 5L Mitutoyo - 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>				
Cilindros de ionómero de vidrio	Cantidad	: Veinte (20) muestras		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 declarado.
	Material	: Cilindros de ionomero de vidrio de Ø4 x 10 mm		
	Grupo 1	: Civ - Equia Forte		
	Grupo 2	: Fuji GP		
<b>4. RECEPCION DE MUESTRAS</b>				
Fecha de Recepción de muestras	01 de Abril del 2024			El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.
Fecha de Ensayo	02 de Abril del 2024			
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>		
<b>ISO 3597-3 : 2003</b>	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	20.5 °C	21.0 °C		
Humedad Relativa	69.0 %HR	69.0 %HR		

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-045-2024	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	02-04-2024	
<b>7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN</b>					
<b>Grupo 1: Civ - Equia Forte</b>					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.01	10.02	12.63	1294.51	102.50
2	4.02	10.00	12.69	1236.09	97.39
3	4.00	10.01	12.57	1281.62	101.99
4	3.99	10.02	12.50	1412.97	113.00
5	4.01	10.01	12.63	1831.81	145.04
6	4.02	10.02	12.69	1972.94	155.44
7	4.01	10.06	12.63	1147.86	90.89
8	4.01	10.02	12.63	1600.54	126.73
9	4.00	10.00	12.57	1294.31	103.00
10	4.01	10.01	12.63	1944.06	153.93
<b>Grupo 2: Fuji GP</b>					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.00	9.98	12.57	2121.57	168.83
2	3.99	9.89	12.50	1437.91	115.00
3	4.01	10.26	12.63	1675.32	132.65
4	4.00	10.29	12.57	1515.10	120.57
5	4.00	10.33	12.57	1546.49	123.07
6	4.02	10.04	12.69	1296.58	102.15
7	3.99	10.20	12.50	1302.53	104.17
8	4.03	10.15	12.76	1926.35	151.02
9	4.02	9.90	12.69	1556.84	122.66
10	4.02	9.99	12.69	2053.98	161.83
<b>ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN</b> CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO 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					
QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.					

# RESISTENCIA DE TRACCIÓN DIAMETRAL

Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-044-2024	EDICIÓN N° 3	Fecha de emisión:	02-04-2024
<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN RADIAL EN CILINDROS DE IONOMERO DE VIDRIO ODONTOLÓGICO</b>					
<b>1. DATOS DE LOS TESISTAS</b>					
Nombre de tesis	"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIAMETRAL DE CEMENTOS IONOMERO DE VIDRIO, AREQUIPA 2023"				
Nombres y Apellidos	Josseline Alejandra Alvarez Zapana / Jose Francisco Condori Araca / Rusbel Rigoberto Roque Canahuire				
Dni	75490067 / 44640076 / 73388255				
Dirección	Ciudad - Arequipa				
<b>2. EQUIPOS UTILIZADOS</b>					
<b>Instrumento</b>	<b>Marca</b>	<b>Aproximación</b>		Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.	
Maquina de Ensayos Mecánicos	LG CMT- 5L	0.001N			
Vernier Digital	Mitutoyo - 200 mm	0.01mm			
<b>3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>					
Cilindros de ionómero de vidrio	Cantidad	Veinte (20) 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 ionomero de vidrio de Ø4 x 10 mm			
	Grupo 1	Civ - Equia Forte			
	Grupo 2	Fuji GP			
<b>4. RECEPCION DE MUESTRAS</b>					
Fecha de Recepción de muestras	01 de Abril del 2024				El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.
Fecha de Ensayo	2 de Abril del 2024				
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentas 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>	
Requerimiento del tesista	Se aplicó la carga radial sobre los ionómeros odontológicas. Para el método de cálculo se aplicó la fórmula brindada por el solicitante: $\frac{2 * F}{\pi * \varnothing * h}$ Donde: F= Fuerza aplicada (N); Ø = Diámetro de la probeta (mm); h: Altura de la probeta (mm)			----	
<b>6. CONDICIONES DE ENSAYO</b>					
	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>			
Temperatura	20.5 °C	21.0 °C			
Humedad Relativa	69.0 %HR	69.0 %HR			

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-044-2024	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	02-04-2024
<b>7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN</b>					
<b>Grupo 1: Civ - Equia Forte</b>					
Muestra	diametro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.02	10.17	128.44	583.49	9.09
2	4.00	10.22	128.43	548.36	8.54
3	4.05	10.20	129.78	554.60	8.55
4	4.02	10.19	128.69	1056.36	16.42
5	4.01	10.11	127.36	545.88	8.57
6	4.01	10.11	127.36	853.65	13.40
7	4.02	10.21	128.94	799.74	12.40
8	4.01	10.18	128.25	452.76	7.06
9	4.05	10.15	129.14	801.11	12.41
10	4.02	10.10	127.55	510.68	8.01
<b>Grupo 2: Fuji GP</b>					
Muestra	diametro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.00	10.17	127.80	518.76	8.12
2	4.02	10.22	129.07	510.06	7.90
3	4.02	10.20	128.82	663.01	10.29
4	4.02	10.19	128.69	630.19	9.79
5	4.05	10.11	128.63	468.74	7.29
6	4.03	10.11	128.00	829.22	12.96
7	4.02	10.21	128.94	549.08	8.52
8	4.03	10.18	128.89	614.12	9.53
9	4.00	10.15	127.55	763.28	11.97
10	4.00	10.10	126.92	460.45	7.26
<b>ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN</b> CIP: 193364 <b>INGENIERO MECÁNICO</b> Jefe de Laboratorio		 <b>HTL</b> <small>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE</small>			
El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.					
FIN DEL DOCUMENTO					
QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.					

Fuente: Aquino W, Izquierdo J, Revilla AF. Evaluación in vitro de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023 [Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista]. Huancayo: Universidad Continental; 2024.

## ANEXO 7:

### CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS



#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF - 2023 - 021

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2023-08-28  
Fecha de expiración: 2024-08-27  
Expediente: LMC-2023-0654

**1. SOLICITANTE :** HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.  
Dirección : Nos. 1319 Int. 116 Urb. Los Andes 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 miden las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Modelo : CMT-5L Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Serie : 7419 El usuario está 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.

Identificación : No Indica

Rango de indicación : 5000,00 N

División mínima : 0,01 N

Tipo de Ensayo : Tracción

Tipo de indicación : Digital

Procedencia : Korea

Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2023-08-27

**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 universales 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
METROLOG	Terenologrómetro	PT-T15-03	IAT-2832-2022 Cal. Setiembre 2022
INMELAB	Juego de pesos 1 g a 2 kg / M2	PM-0M2-02	LMN-2023-012 Cal. Marzo 2023
INMELAB	Juego de pesos 5 kg, 10 kg, 20 kg / M2	PM-0M2-01	LMN-2023-048 Cal. Marzo 2023



Gerente de Metrología



Firmado digitalmente  
por Jorge Padilla  
Dueñas  
Fecha: 2023.09.05  
12:57:42 -05'00'

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

Indicación del Patrón (N)	Indicación del Equipo (N)	Corrección (N)	Incertidumbre (N)
500,00	501,26	-1,26	2,68
1 000,00	1002,31	-2,31	3,91
1 500,00	1502,03	-2,03	6,46
2 000,00	2002,82	-2,82	9,01
2 500,00	2503,11	-3,11	14,02
3 000,00	3003,75	-3,75	18,92
3 500,00	3504,29	-4,29	17,17
4 000,00	4005,35	-5,35	15,62
4 500,00	4506,47	-6,47	18,93
5 000,00	5007,79	-7,79	21,53

Indicación del Equipo (N)	Errores Relativos				Incertidumbre Expandida U (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Revolución Relativa u (%)	
501,26	-0,25	0,24	---	---	0,53
1 002,31	-0,23	0,36	---	---	0,39
1 502,03	-0,14	0,22	---	---	0,43
2 002,82	-0,14	0,33	---	---	0,45
2 503,11	-0,12	0,36	---	---	0,56
3 003,75	-0,12	0,27	---	---	0,63
3 504,29	-0,12	0,39	---	---	0,49
4 005,35	-0,13	0,29	---	---	0,39
4 506,47	-0,14	0,22	---	---	0,42
5 007,79	-0,16	0,30	---	---	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 7500-1)

Clase de la escala de la máquina	Errores Relativos				Cero $f_0$ (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Revolución Relativa u (%)	
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 está 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:**

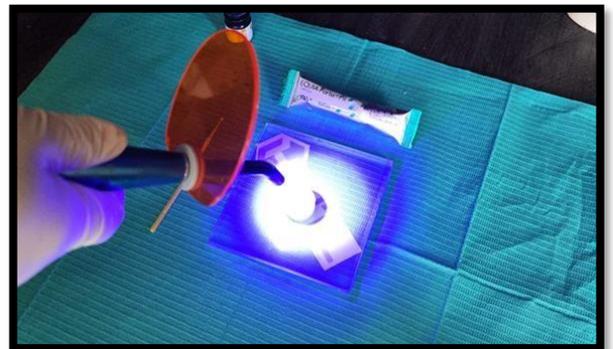
- De las mediciones realizadas se concluye que el equipo se encuentra **calibrado** debido a que los valores medidos están dentro del rango normal de operación.
- Se recomienda realizar la próxima calibración en un plazo no mayor a un año desde la emisión de la misma.

**ANEXO: 8**

**EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS**



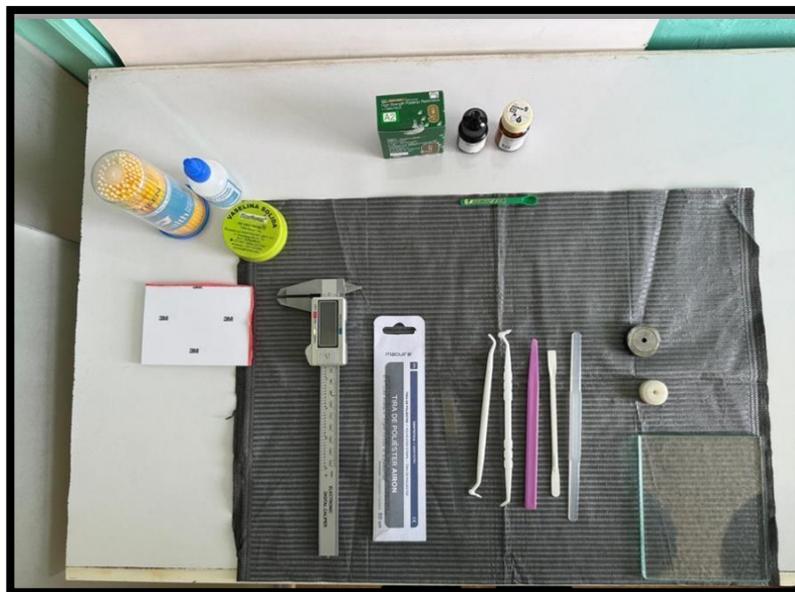
**MATERIALES DE PREPARACIÓN DEL CEMENTO EQUIA Fort**



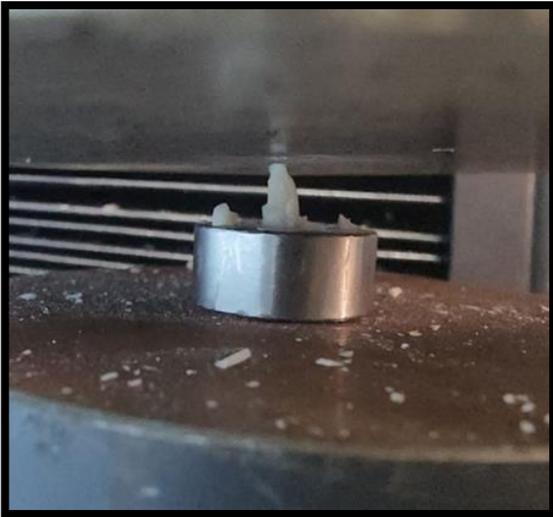
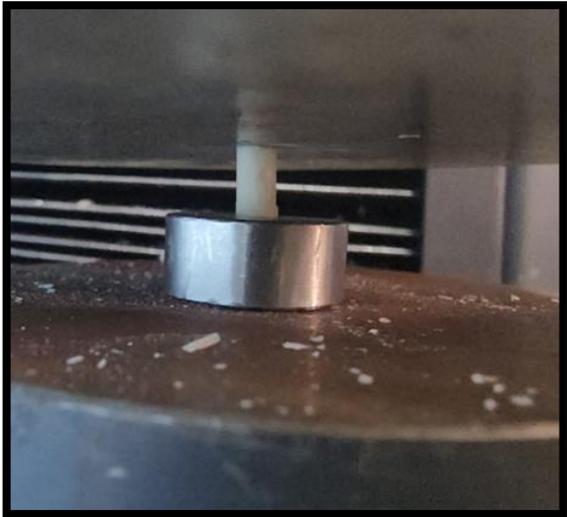
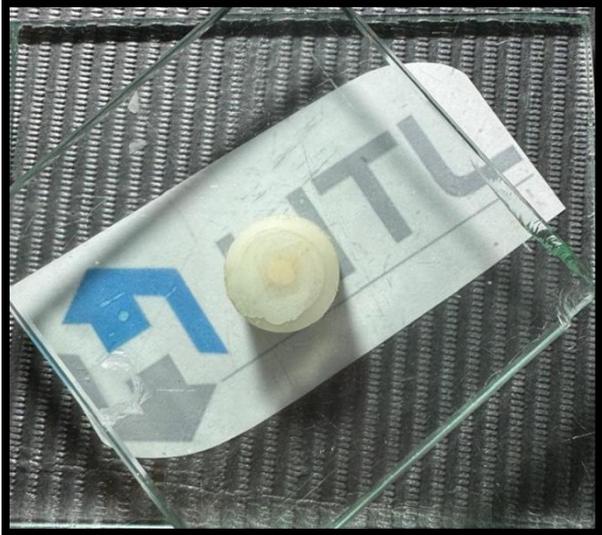
**APLICACIÓN DEL EQUIA FORTE COAT Y FOTOCURADO DEL CEMENTO EQUIA Fort**



**EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS DEL CEMENTO EQUIA FORT CON EL CALIBRADOR**



**MATERIALES DE PREPARACIÓN DEL CEMENTO “GC Fuji® IX GP”**



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION APLICADO CON LA MAQUINA DE PRUEBAS UNIVERSALES (LG)**



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIAMETRAL CON LA MAQUINA DE PRUEBAS UNIVERSALES (LG)**