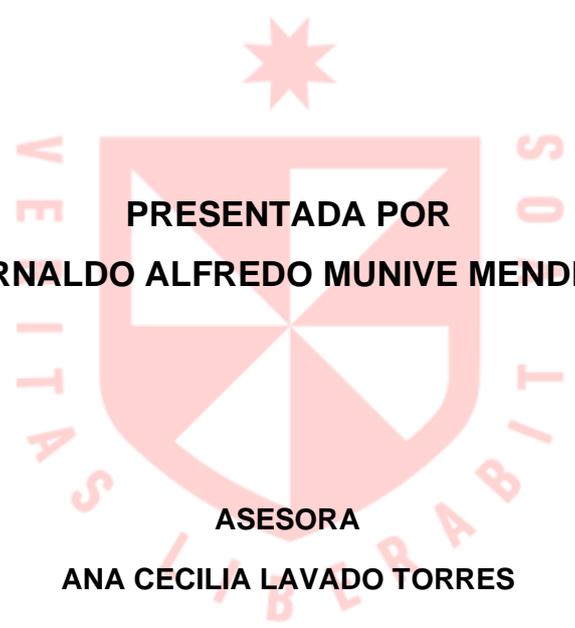


FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
UNIDAD DE POSGRADO

**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO  
DE BRACKETS CEMENTADOS AL ESMALTE DENTAL  
UTILIZANDO DOS TIPOS DE TÉCNICA DE CEMENTACIÓN  
INDIRECTA**



**PRESENTADA POR  
ARNALDO ALFREDO MUNIVE MENDEZ**

**ASESORA  
ANA CECILIA LAVADO TORRES**

**TESIS  
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN ODONTOLOGÍA**

**LIMA – PERÚ  
2023**



**CC BY-NC-ND**

**Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

Facultad de  
Odontología

**SECCIÓN DE POSGRADO**

**TESIS TITULADA:**

**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE  
BRACKETS CEMENTADOS AL ESMALTE DENTAL UTILIZANDO  
DOS TIPOS DE TÉCNICA DE CEMENTACIÓN INDIRECTA**

**PARA OPTAR EL GRADO DE:**

**DOCTOR EN ODONTOLOGÍA**

**PRESENTADO POR:**

**MG. ARNALDO ALFREDO MUNIVE MENDEZ**

**ASESORA:**

**DRA. ANA CECILIA LAVADO TORRES**

**LIMA – PERÚ**



**DEDICATORIA:**

A Dios,

A mi familia

A mis padres por su infinito apoyo

**AGRADECIMIENTOS:**

A mi asesora la Dra. Ana Cecilia Lavado y Dr. Rafael Morales Vadillo por su apoyo en la revisión y recomendaciones.

Al ingeniero mecánico Robert Eusebio Teheran por su apoyo con las pruebas de laboratorio

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>5</b>
2.1 Diseño Metodológico	5
2.2 Diseño Muestral	5
2.3 Técnicas de Recolección de Datos	7
4.4 Técnicas Estadísticas para el procesamiento de la información	11
4.5 Aspectos Éticos	12
<b>III. RESULTADOS</b>	<b>13</b>
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	<b>21</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>25</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>26</b>
<b>VII. FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>27</b>
<b>VIII. ANEXOS</b>	<b>31</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Evaluación de la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa, indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®	14
Tabla 2. Comparación del índice de resina remanente posterior al despegue en brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa (grupo control), indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®	17
Tabla 3. Comparación de la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa (grupo control), indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®	20

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
Gráfico 1. Evaluación de la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa, indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®	15
Gráfico 2. Evaluación del índice de resina remanente posterior al despegue en brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa, indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®	18

## RESUMEN

**Objetivo:** Comparar la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental según la técnica de cementación

**Métodos:** Estudio experimental, comparativo y transversal. Fueron colocados 90 premolares en modelos impresos en poliácido láctico que simulen la forma de la arcada dental para cementar brackets mediante la técnica directa, indirecta con Transbond™ XT e indirecta con Orthocem®. Luego se realizó la prueba de resistencia al cizallamiento, utilizando una máquina de ensayos universal; y la superficie del esmalte fue evaluada mediante el índice de resina remanente. Para el análisis inferencial de la resistencia al cizallamiento se utilizó la prueba Kruskal-Wallis con post hoc de Dunn y para el índice de resina remanente se utilizó la prueba exacta de Fisher.

**Resultados:** La resistencia al cizallamiento de brackets registro valores medios de  $16.74 \pm 4.48$  Mpa,  $15.93 \pm 6.49$  Mpa y  $12.09 \pm 5.07$  Mpa en la técnica directa, indirecta con Transbond™ XT e indirecta con Orthocem® respectivamente. A nivel inferencial, se encontró diferencia estadísticamente significativa del grupo indirecta con OrthoCem® en contraste con los otros dos grupos. Para el índice de resina remanente, el mayor porcentaje en el grupo de técnica directa se registró en el código 2 con 46.7%, en el grupo de técnica indirecta con Transbond™ XT e indirecta con Orthocem®, el mayor porcentaje se registró en el código 1 con 53.3% y 43.3% respectivamente. A nivel inferencial, se comprueba diferencia estadísticamente significativa entre grupos.

**Conclusión:** La técnica indirecta con OrthoCem® obtiene valores de resistencia al cizallamiento e índice de resina remanente significativamente inferiores.

**Palabras claves:** Ortodoncia, Adhesión, adhesivos ortodónticos, resistencia al cizallamiento

Asesora:  
Dra. Ana Cecilia Lavado Torres  
ORCID: 0000-0002-4835-7178

Firma: 

## ABSTRACT

**Objective:** To compare the shear resistance of brackets cemented to dental enamel according to the cementation technique.

**Methods:** Experimental, comparative, and cross-sectional study. Ninety premolars were placed on models printed in polylactic acid that simulate the shape of the dental arch to cement brackets using the direct, indirect technique with Transbond™ XT and indirect technique with Orthocem®. Then the shear bond strength test was conducted, using a universal testing machine; and the enamel surface was evaluated by the remaining resin index. For the inferential analysis of shear strength, the Kruskal-Wallis test with Dunn's post hoc was used and the Fisher's exact test was used for the remaining resin index.

**Results:** Bracket shear bond strength registered mean values of  $16.74 \pm 4.48$ ,  $15.93 \pm 6.49$  and  $12.09 \pm 5.07$  in the direct technique, indirect with Transbond™ XT and indirect with OrthoCem® respectively. At the inferential analysis, a statistically significant difference was found in the indirect group with Orthocem® in contrast to the other two groups. For the remaining resin index, the highest percentage in the direct technique group was registered in code 2 with 46.7%, in the indirect technique group with Transbond™ XT and indirect with Orthocem®, the highest percentage was registered in the code 1 with 53.3% and 43.3% respectively. At the inferential analysis, a statistically significant difference is found between groups.

**Conclusion:** The indirect technique with OrthoCem® obtains significantly lower shear strength values and remaining resin index.

**Keywords:** Orthodontics, Adhesion, orthodontic adhesives, shear resistance

NOMBRE DEL TRABAJO

COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL  
CIZALLAMIENTO DE BRACKETS CEMEN  
TADOS AL ESMALTE DENTAL UTILIZAN  
DO DOS TIPOS DE TÉCNICA DE CEMENT  
ACIÓN INDIRECTA

AUTOR

ARNALDO ALFREDO MUNIVE MENDEZ

RECuento de palabras

7479 Words

RECuento de caracteres

42447 Characters

RECuento de páginas

60 Pages

Tamaño del archivo

2.0MB

Fecha de entrega

May 8, 2023 8:20 PM GMT-5

Fecha del informe

May 8, 2023 8:21 PM GMT-5

● **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 7% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

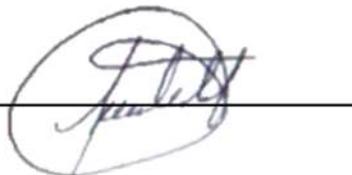
- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente

Asesora:

Dra. Ana Cecilia Lavado Torres

ORCID: 0000-0002-4835-7178

Firma:



## I. INTRODUCCIÓN

Premkumar<sup>1</sup> define la ortodoncia y ortopedia maxilar como una especialidad de la odontología que tiene como finalidad corregir las alteraciones, tanto dentarias como esqueléticas, del complejo maxilomandibular. El estudio de Dos Santos<sup>2</sup>. concluye que mediante el tratamiento es posible corregir la oclusión, permitiendo una correcta función masticatoria, y mejorar la estética dentaria y facial, favoreciendo la autoestima del paciente. Estos beneficios contribuyen a mejorar la calidad de vida del paciente.

De acuerdo con Castilla<sup>3</sup> uno de los factores que permiten lograr estos objetivos, es el correcto posicionamiento de la aparatología ortodóntica fija, compuesta por brackets y tubos ortodónticos. Ante ello, Silverman<sup>4</sup> en 1972 propuso la técnica de cementación indirecta considerando mayores ventajas frente a la cementación directa.

Nawrocka<sup>5</sup> explica que esta técnica consiste en posicionar los brackets en un modelo y realizar la transferencia de forma directa en boca con ayuda de una férula. A lo largo de los años, esta técnica ha sido sometida a modificaciones y pruebas, consiguiendo una mayor exactitud y reducción en el tiempo de atención clínica.

Considerando que la instalación de aparatología es el procedimiento que demanda mayor tiempo de atención clínica en ortodoncia, la técnica de cementación indirecta contribuye a optimizarlo. De acuerdo con la investigación de Kalange<sup>6</sup>, al existir un menor tiempo de trabajo clínico a causa del uso de la técnica indirecta, se reduce la contaminación por saliva.

Sin embargo, es necesario hacer una evaluación continua y adaptación de los procedimientos de cementación indirecta, para un trabajo cada vez más preciso, seguro, y que pueda ser accesible y replicable en nuestro país. Para tal fin, es necesario evaluar parámetros tales como la resistencia al despegue y la cantidad de resina remanente.<sup>7</sup>

Ante lo presentado, el presente estudio plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Existirá diferencia significativa en la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental según la técnica de cementación utilizada?

Teniendo como hipótesis general que existe diferencia significativa en la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental según la técnica de cementación

### **Objetivo General**

Comparar la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental según la técnica de cementación

### **Objetivos Específicos**

- 1) Evaluar la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa, indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®
- 2) Evaluar el índice de resina remanente posterior al despegue en brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa, indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®
- 3) Comparar la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa (grupo control), indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®
- 4) Comparar el índice de resina remanente posterior al despegue en brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa (grupo control), indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®

### **Importancia de la investigación**

El estudio presenta importancia clínica porque al comprobar la alta resistencia al cizallamiento de los brackets cementados utilizando la técnica indirecta, se podrá incluir como parte del procedimiento clínico en ortodoncia y reducir el tiempo de trabajo clínico<sup>8</sup>.

El estudio presenta importancia metodológica porque se están diseñando estructuras para sostener los dientes y permitir la simulación de una arcada dental y luego de su desmontaje la posibilidad de realizar estudios físicos individuales, las cuales pueden ser replicadas en estudios posteriores de similar metodología.

El estudio presenta importancia teórica porque en nuestro país existe poca evidencia científica que permita comprobar la resistencia del cizallamiento de técnicas de cementación indirecta de aparatología ortodóntica; además, permite dirigir una línea de investigación orientada a la optimización de procesos en ortodoncia.

El estudio presenta importancia social porque las técnicas de cementación indirecta que fueron evaluadas en la presente investigación se componen de recursos que son adquiridos con regularidad en el mercado peruano y no incurrir en una inversión adicional por parte del odontólogo que opte por trabajar estas técnicas; en consecuencia, permitirá ser accesible a la población. Además, al reducir el riesgo de contagio de patógenos por el menor tiempo de trabajo en clínica, se contribuirá en proteger a la población de la propagación de patógenos<sup>6</sup>.

### **Limitaciones del estudio**

El tiempo de fotocurado es una variable importante para evaluar si el grosor de la férula utilizada para transportar los brackets permite una polimerización similar que en la adhesión directa convencional. Sin embargo, la evaluación en diferentes tiempos de fotocurado incrementaría el número de muestras, haciendo inviable su realización; por ello, se decidió trabajar con un único tiempo, avalado el estudio de Mäkinen *et al*<sup>9</sup>. el cual no registró diferencia estadísticamente significativa en la resistencia al cizallamiento de brackets cementados a esmalte al ser sometidos a 20, 40 y 60 segundos de fotocurado.

El grosor del adhesivo es una variable que pudo haber influido en la eficacia adhesiva; sin embargo, no fue considerada como objeto de estudio en la presente investigación ya que incrementaría el número de muestras, haciendo inviable su realización.

La siguiente tesis se divide en los capítulos de: introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones, recomendaciones, fuentes de información y anexos.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1 Diseño Metodológico

El diseño metodológico del presente estudio fue de tipo: experimental, comparativo, transversal y prospectivo.

Experimental:	El presente estudio manejó la variable tipo de técnica de cementación de aparatología ortodóntica fija para evaluar la resistencia al cizallamiento y el índice de resina remanente posterior al despegue de los brackets cementados al esmalte dental
Comparativo:	Se realizó la comparación entre los tipos de técnicas de cementación indirecta y una directa como control de aparatología ortodóntica fija para evaluar la resistencia al cizallamiento y el índice de resina remanente posterior al despegue
Transversal:	Se recolectaron los datos de resistencia al cizallamiento e índice de resina remanente por única vez, luego de realizar el despegue
Prospectivo:	La recolección de datos fue posterior a la planificación de la investigación

El diseño metodológico y las variables del estudio se resumen en el cuadro de Matriz de Consistencia y el cuadro de Operacionalización de las variables (ver Anexo N°1 y Anexo N°2).

### 2.2 Diseño Muestral

#### Unidad de análisis

Dientes premolares humanos cementados a brackets metálicos de ligado convencional

## **Tamaño de muestra**

Se tuvo una muestra total de 90 dientes premolares adheridos a brackets, distribuidas en 3 grupos de 30 muestras según la técnica de cementación de aparatología ortodóntica fija:

- Grupo 1: 30 dientes premolares adheridos a brackets utilizando la técnica directa utilizando el cemento Transbond™ XT (grupo control)
- Grupo 2: 30 dientes premolares adheridos a brackets utilizando la técnica indirecta con férula de silicona termofusible utilizando el cemento Transbond™ XT
- Grupo 3: 30 dientes premolares adheridos a brackets utilizando la técnica indirecta con férula de silicona termofusible utilizando el cemento OrthoCem®

## **Estimación del tamaño de muestra**

Se realizó la estimación del tamaño de muestra utilizando el programa estadístico Stata versión 14.0 donde se ejecutó la fórmula de comparación de dos medias con una probabilidad de error  $\alpha$  de 0.05, una potencia de 0.8. Para ello, se tomaron los valores del estudio de Sha H *et al.*<sup>27</sup> tanto del grupo 1, con una media de 62.77N, y grupo 2 con una media de 196.9N. Como resultado, se considera trabajar con un mínimo de 10 muestras por grupo; sin embargo, se utilizó la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, ampliando a 30 muestras por grupo para garantizar una mayor confiabilidad de los datos. (Anexo N°3).

## **Criterios de selección**

- Criterios de inclusión:
  - o Dientes premolares con corona completa
  - o Dientes premolares obtenidas de pacientes con necesidad de exodoncia por motivos ortodónticos
- Criterios de exclusión:
  - o Dientes con anomalías de forma
  - o Dientes con defectos del esmalte
  - o Dientes con lesiones cariosas amplias
  - o Dientes con tratamiento protésico

- Dientes de pacientes fumadores. La investigación de Omar H, Haggag S y Ghoneima A.<sup>10</sup>, se reportó una disminución significativa de los brackets adheridos bajo la simulación del humo de cigarrillo.
- Dientes de pacientes con antecedente de blanqueamiento dental previo. La investigación de Zarif H. *et al.*<sup>11</sup> concluye que el blanqueamiento dental disminuye la resistencia al cizallamiento de los brackets.

## 2.3 Técnicas de Recolección de Datos

### - Permisos y autorizaciones

Una vez recibida la autorización del presente trabajo de investigación, se preparó un documento dirigido al laboratorio de investigación privado HTL SAC, presentando las principales características del proyecto y la descripción del equipo solicitado para su ejecución; en este caso, una maquina universal de ensayos mecánicos para realizar las pruebas de resistencia al cizallamiento.

### - Obtención de dientes y preparación de modelos

Se procedió a recolectar dientes premolares, con los criterios de inclusión y exclusión anteriormente descritos. Estas muestras fueron obtenidas de pacientes atendidos en establecimientos de salud privados entre los meses de febrero y julio del año 2021, cuyo motivo de extracción fue por tratamiento ortodóntico; por tanto, se elaboró un consentimiento informado de donación de dientes para investigación, el cual fue firmado por los pacientes donantes (Anexo N°4).

Se indicó a los odontólogos tratantes que posterior al procedimiento de exodoncia, los dientes sean desinfectados con una solución de cloro al 0.5% y almacenados en envases de plástico con suero fisiológico al 0.9% a temperatura ambiente hasta que fueran recogidos por el investigador, los cuales fueron almacenados hasta obtener el número de muestra requerida para iniciar la investigación<sup>12</sup>.

Posteriormente, utilizando el programa de diseño asistido por computadora SolidWorks™ 2019 (SolidWorks Corp., Massachusetts, USA) se diseñaron un conjunto de piezas para posicionar los dientes en grupos de 16 con forma de arcada dental; además, de aditamentos para simular la impresión dental de arcada y facilitar el posicionamiento de las piezas individuales en la máquina universal de ensayos. (Anexo N°5)

Los diseños fueron producidos en la impresora 3D modelo Inventor series (Flashforge 3D Technology Co., Zhejiang, China) utilizando filamentos de poliácido láctico o PLA (SUNLU Industrial CO., Zhuhai, China) de calibre 1.75mm.

El diseño y producción con esta técnica tuvo como finalidad realizar el procedimiento experimental de forma más práctica<sup>13</sup> y ser reproducible para futuras investigaciones; por ello, los planos e instrucciones de ensamblado de estas piezas fueron evaluados por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) para tramitar la patente de invención con apoyo del área legal de la Universidad San Martín de Porres.

Se procedió a fijar los dientes a las piezas de PLA utilizando acrílico de curado rápido y realizando en montaje por arcadas, obteniendo un total de 6 arcadas de 15 dientes cada una para alcanzar el tamaño de muestra requerido. Se realizó el registro fotográfico de la secuencia de ensamblaje. (Anexo N°6)

Luego, se realizó la cementación de brackets según el tipo de técnica de cementación:

- Técnica directa con Transbond™ XT

La cara vestibular de los dientes fue grabada por 15 segundos con el gel de ácido ortofosfórico al 37%, luego se lavó la superficie con agua de la jeringa triple por 20 segundos, y se secó la superficie con aire comprimido por 10 segundos. Acto seguido, se realizó la aplicación del acondicionador adhesivo (Transbond™ XT primer, 3M Unitek, Monrovia, CA, USA), y en la base del bracket a cementar se aplicó el cemento Transbond™ XT, se posicionó y presionó el bracket sobre la

superficie del esmalte. Se realizó la eliminación de excesos y se aplicó la luz polimerizadora por 10 segundos.

- Técnica indirecta

Se inicia tomando una impresión utilizando alginato Tropicalgin (Zhermack SpA, Badia Polesine, Italia) al grupo de piezas dispuestas en forma de arcada dental; luego se realizó el vaciado en yeso piedra tipo III Pentadur (Penta Industrias SAC, Lima, Perú). Luego se aplicó una capa de aislante de acrílico y se inicia el posicionamiento de brackets en el modelo de yeso según el grupo asignado de cementos Transbond™ XT y de OrthoCem® (FGM Dental Group, Joinville, Brasil).

Posteriormente, se aplicó una capa de silicona en aerosol y se elaboró la férula utilizando una pistola de pegamento termofusible. La aplicación de la silicona fue directa y se deberá verificar que la extensión sea suficiente para cubrir la cara vestibular y al menos el 50% de las caras oclusales.

Se procedió a separar el modelo de yeso de la férula; para ello, se sumergió el modelo en agua a 10°C durante 10 minutos; luego, se realizó el desprendimiento del modelo, procurando que los brackets se mantengan en la férula. Se realizó la limpieza de las bases de los brackets utilizando un arenador dental de óxido de aluminio de 110 micras.

○ Cementación indirecta utilizando Transbond™ XT

Los dientes fueron grabados por 15 segundos con el gel de ácido ortofosfórico, luego se lavó la superficie con agua de la jeringa triple por 20 segundos, y se secó la superficie con aire comprimido por 10 segundos, luego se aplicó una capa de acondicionador adhesivo y se espera unos 10 segundos hasta la colocación del cemento.

Después, se aplicó el cemento Transbond™ XT sobre la base de los brackets e inmediatamente se ubicó la férula en las maquetas de los dientes y se procedió al fotocurado de cada diente de 20 segundos por lado (mesial y distal)<sup>14</sup>.

○ Cementación indirecta utilizando OrthoCem®

Los dientes fueron grabados por 15 segundos con el gel de ácido ortofosfórico, luego se lavó la superficie con agua de la jeringa triple por 20 segundos, y se secó la superficie con aire comprimido por 10 segundos.

Después, se aplicó el cemento OrthoCem® sobre la base de los brackets e inmediatamente se ubicó la férula en las maquetas de los dientes y se procedió al fotocurado de cada diente de 20 segundos por lado (mesial y distal

- Desprendimiento de las férulas de transferencia

Al finalizar el fotocurado, se remojará en agua a 40°C por 3 minutos y se realizará el retiro de las férulas, evitando el despegue de los brackets.

Durante todo el procedimiento experimental, se utilizó la lámpara de fotocurado inalámbrica modelo LED B Woodpecker (Woodpecker Medical Instrument Co., Guilin, China) con una potencia de 1000mW/cm<sup>2</sup>.

- Evaluación de la resistencia al cizallamiento

Se procedió a retirar los bloques de acrílico de los moldes y fueron adaptados para poder ser utilizados en la máquina universal de ensayos (Instron modelo 3366) a una célula de carga de 500N y una velocidad de 0,5mm/min. (Anexo N°9)

El esfuerzo máximo en megapascales (MPa) fue obtenido con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Fuerza máxima (N)}}{\text{Área promedio (mm}^2\text{)}} = \text{Esfuerzo máximo (Mpa)}$$

Donde:

- Fuerza máxima: medida en Newtons fue registrada por la máquina universal de ensayos
- Área promedio: medida en milímetros cuadrados fue obtenida por la medición de la base del bracket

- Esfuerzo máximo: medido en megapascales, utilizada para medir la resistencia al cizallamiento

- Valoración del índice de adhesivo remanente (ARI)

Luego de realizada la prueba de resistencia al cizallamiento, las caras vestibulares quedarán sin el bracket adherido; esta superficie de esmalte fue observada en el microscopio óptico binocular de 10x, se tomó el registro fotográfico y se realizó el análisis según el índice ARI.

En la presente investigación, se utilizó la modificación de cuatro escalas introducida por Årtun Bergland<sup>15</sup> y utilizada por Iglesias *et al.*<sup>16</sup>:

- Puntuación 0: No queda resina en la superficie del esmalte
- Puntuación 1: Queda menos de la mitad de resina en la superficie del esmalte
- Puntuación 2: Queda más de la mitad de resina en la superficie del esmalte
- Puntuación 3: Queda toda la resina en la superficie del esmalte

Se realizó el registro fotográfico de la secuencia de ejecución. (Anexo N°7) Los datos obtenidos se registraron en la ficha de recolección de datos (Anexo N°8), diseñadas especialmente para este estudio.

#### **4.4 Técnicas Estadísticas para el procesamiento de la información**

Los resultados fueron almacenados en la tabla de recolección de datos y trabajados en el programa Microsoft Excel versión 16.36. Los datos fueron organizados para ser procesada en el programa estadístico Stata versión 14.0.

En el programa estadístico, se inició obteniendo las medidas de tendencia central y dispersión por grupo. Luego, se evaluó la homogeneidad de varianzas y se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar si los datos presentaban una distribución normal; obteniéndose los valores 0.035, 0.444, 0.253 para los grupos de cementación directa con Transbond™ XT, indirecta con Transbond™ XT e indirecta con Orthocem® respectivamente. El grupo control obtuvo un valor  $p$

menor a 0.05 por tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye que no presenta distribución normal; en base a ello, se decidieron utilizar las pruebas estadísticas comparativas entre todos los grupos. A partir del resultado de las pruebas inferenciales, se confirmaron las hipótesis planteadas.

El análisis se llevó a cabo en un computador con Sistema Operativo Windows 10 versión 21H1.

#### **4.5 Aspectos Éticos**

Se preparó un documento dirigido al instituto de investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Martín de Porres (FO-USMP) para solicitar la revisión y autorización para ejecutar el presente proyecto.

El presente estudio fue aprobado por el Comité Revisor de Proyectos de Investigación de la FO-USMP, bajo el registro ACTA N°019-2020-CRPI/FO-USMP y por el Comité de Ética en Investigación bajo el registro ACTA N°004-2020-CEI/FO-USMP). (Anexo N°10).

Respecto a la obtención de muestras, los pacientes firmaron un consentimiento informado de donación de dientes para investigación, autorizando la donación de forma libre y voluntaria de dientes premolares, las cuales fueron extraídas por fines terapéuticos (Anexo N°4).

La información de las personas donantes solo fue conocida por el investigador y se mantendrá en total anonimato, por lo que los demás investigadores participantes no tuvieron acceso. Esta fue archivada en una base de datos, donde los casos no fueron identificados por nombres sino por códigos.

El investigador declara no tener conflicto de intereses.

### III. RESULTADOS

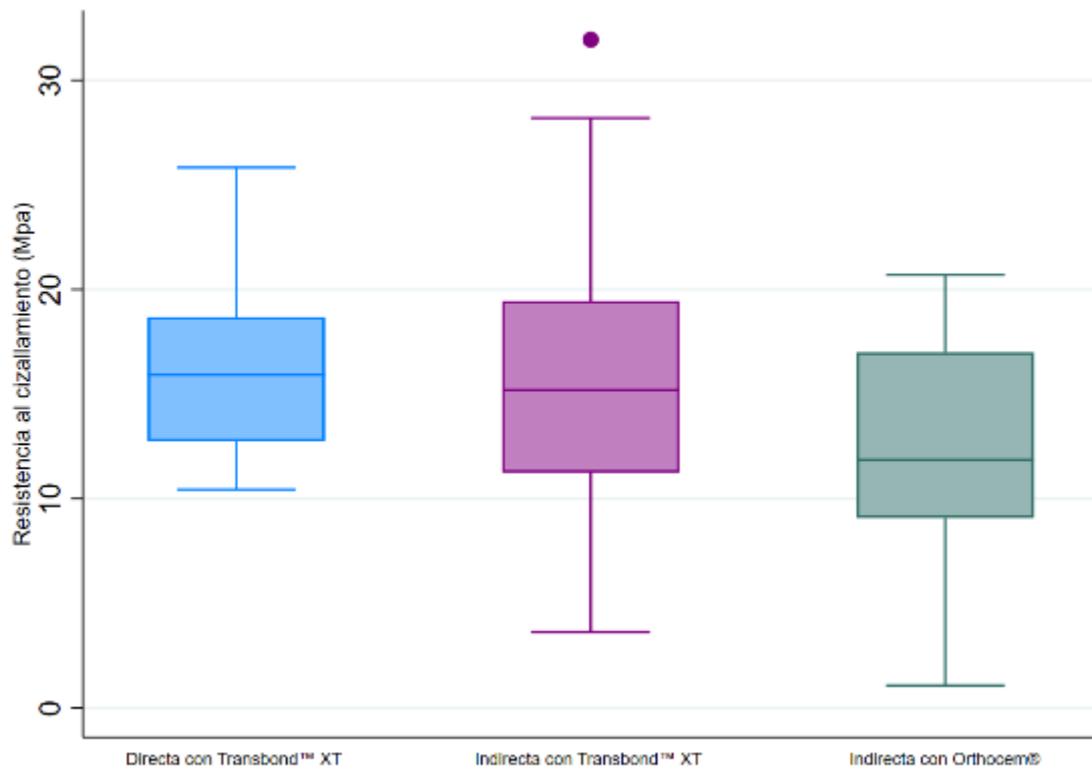
Al revisar la estadística descriptiva de la evaluación de la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental, se puede observar que las muestras trabajadas con la técnica de cementación directa con Transbond™ XT obtuvo una media de  $16.74 \pm 4.48$  Mpa, seguida de las muestras trabajadas con la técnica de cementación indirecta con Transbond™ XT con una media de  $15.93 \pm 6.49$  Mpa, mientras que las muestras trabajadas con la técnica de cementación indirecta con Orthocem® obtuvieron una media de  $12.09 \pm 5.07$  Mpa. **(Tabla 1 y Gráfico 1)**

**Tabla 1. Evaluación de la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa, indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®**

Tipo de técnica	Resistencia al cizallamiento (Mpa)			
	Media±d.e.	Mediana	Min	Max
<b>Directa con Transbond™ XT</b>	16.74±4.48	15.93	10.45	25.83
<b>Indirecta con Transbond™ XT</b>	15.93±6.49	15.20	3.64	31.93
<b>Indirecta con Orthocem®</b>	12.01±5.07	11.87	1.08	20.70

Mpa: Megapascals

**Gráfico 1. Evaluación de la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa, indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®**



Mpa: Megapascales

Al revisar la estadística descriptiva de la evaluación del índice de resina remanente posterior al despegue de brackets cementados al esmalte dental, se puede observar que las muestras trabajadas con la técnica de cementación directa con Transbond™ XT obtuvieron 0% para grado 0, 16.7% para grado 1, 46.7% para grado 2 y 36.7% para grado 3. En el grupo de muestras trabajadas con la técnica de cementación indirecta con Transbond™ XT obtuvieron 26.7% para grado 0, 55.3% para grado 1, 16.7% para grado 2 y 3.3% para grado 3. En el grupo de muestras trabajadas con la técnica de cementación indirecta con Orthocem® obtuvieron 26.7% para grado 0, 43.3% para grado 1, 26.7% para grado 2 y 3.3% para grado 3.

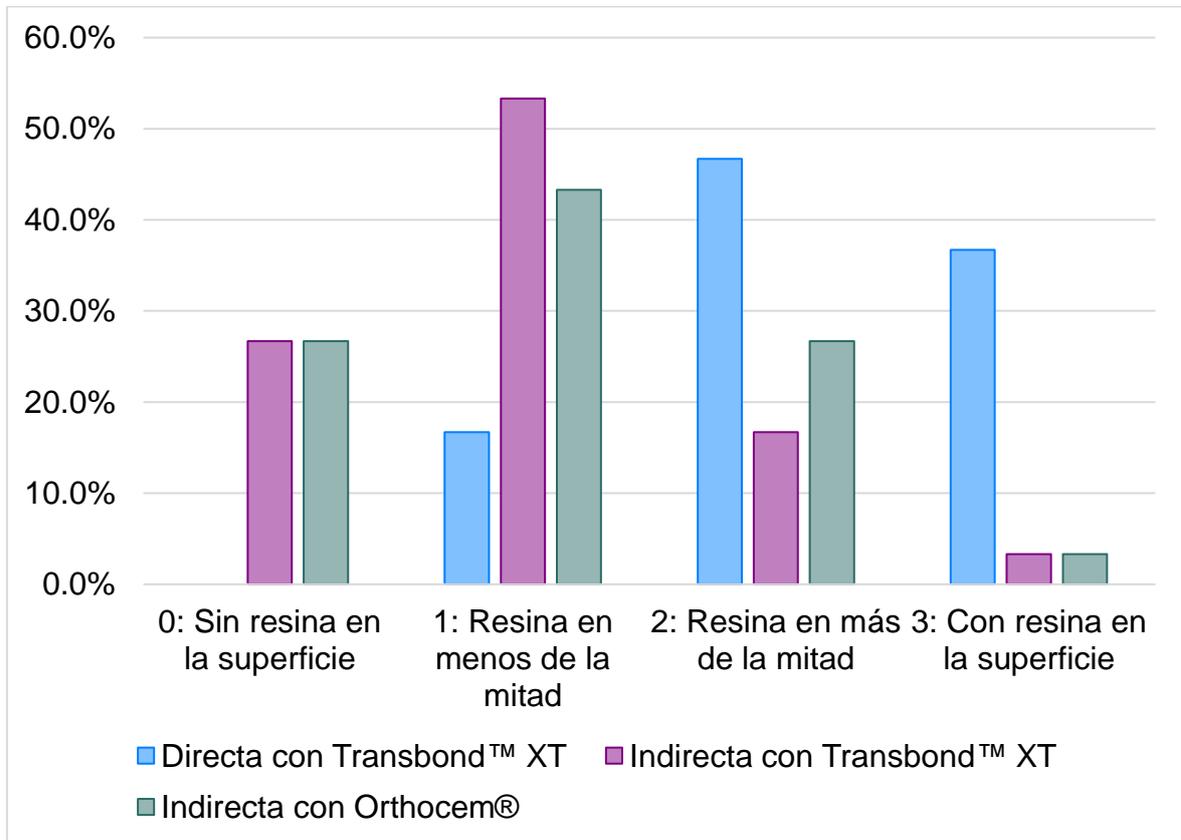
En el análisis inferencial, al realizar la prueba exacta de Fisher, se obtuvo un valor  $p$  menor a 0.05; por tanto, se acepta la hipótesis nula, confirmando que existe diferencias significativas entre los valores registrados. **(Tabla 2 y gráfico 2)**

**Tabla 2. Comparación del índice de resina remanente posterior al despegue en brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa (grupo control), indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®**

Tipo de técnica	Índice de resina remanente				<i>p</i> *
	0: Sin resina en la superficie	1: Resina en menos de la mitad	2: Resina en más de la mitad	3: Con resina en la superficie	
Directa con Transbond™ XT (grupo control)	0 (0%)	5 (16.7%)	14 (46.7%)	11 (36.7%)	
Indirecta con Transbond™ XT	8 (26.7%)	16 (53.3%)	5 (16.7%)	1 (3.3%)	<0.001
Indirecta con Orthocem®	8 (26.7%)	13 (43.3%)	8 (26.7%)	1 (3.3%)	

\* Prueba exacta de Fisher  
Nivel de significancia estadística ( $p < 0.05$ )

**Gráfico 2. Evaluación del índice de resina remanente posterior al despegue en brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa, indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®**



En el análisis inferencial al comparar la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental entre técnicas de cementación, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, obteniéndose un valor  $p$  de 0.006; por tanto, se rechaza la hipótesis nula, confirmando que existen diferencias estadísticamente significativas entre grupos; ante ello, se realiza el análisis post hoc mediante la prueba de Dunn, evidenciando que no existe diferencia entre el grupo de muestras trabajadas con la técnica directa (grupo control) e indirecta con Transbond™ XT, pero si presentan diferencias significativas de ambos grupos en contraste del grupo de muestras trabajadas con la técnica indirecta con OrthoCem®. **(Tabla 3)**

**Tabla 3. Comparación de la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa (grupo control), indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®**

Tipo de técnica	Resistencia al cizallamiento (Mpa)	
	Media±d.e.	p*
<b>Directa con Transbond™ XT (grupo control)</b>	16.74±4.48 <sup>a</sup>	
<b>Indirecta con Transbond™ XT</b>	15.93±6.49 <sup>a</sup>	0.006
<b>Indirecta con Orthocem®</b>	12.09±5.07 <sup>b</sup>	

\* Prueba de Kruskal-Wallis

Prueba de Dunn: diferentes letras indican diferencia significativa

Nivel de significancia estadística (p<0.05)

Mpa: Megapascales

#### IV. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como finalidad comparar la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental según la técnica de cementación.

De acuerdo con Pamukçu y Özsoy<sup>7</sup>, la técnica de adhesión indirecta de aparatología ortodóntica ofrece ventajas tales como: menor tiempo de trabajo en consulta, mejor control del grosor del cemento entre la superficie del esmalte y la malla de los brackets, fácil ajuste de la sobre corrección. A nivel clínico pueden existir dudas sobre la posición colocada en el modelo *versus* el resultado final en la cubeta de transferencia; sin embargo, en el estudio de Castilla et al.<sup>3</sup> es posible confirmar que existe una precisión estadísticamente significativa durante este proceso, considerando que se debe garantizar una buena estabilidad y rigidez en el tipo de cubeta de transferencia.

El estudio consistió en comparar dos técnicas de cementación indirecta; sin embargo, fue necesario incorporar un grupo control el cual estuvo conformado por la técnica de cementación indirecta utilizando la resina Transbond™ XT. Si bien se pudo evitar adicionar este último grupo utilizando mediciones de otros estudios, es necesario que en los estudios *in vitro* se realice el control minucioso del proceso experimental. Los estudios de Iglesias et al.<sup>16</sup> y de Shimizu et al.<sup>23</sup> también incorporaron un grupo control de técnica directa utilizando la resina Transbond™ XT debido a que es considerado un estándar de oro en sistemas adhesivos de brackets.

Respecto al tipo de técnica indirecta para la cementación de brackets, se basa en el protocolo propuesto por Pamukçu y Özsoy<sup>7</sup>, donde utilizan el microarenado con óxido de aluminio para limpiar las mallas de los brackets antes de llevar la cubeta de transferencia a boca, y el protocolo propuesto por Munive y Caro<sup>17</sup> el cual comparte características similares al primero, solo que la cubeta de transferencia se encuentra hecha de silicona termofusible. La ventaja de esta última modificación radica en ser más accesible, lo cual permite masificar su utilización. Yuzbasioglu y Alkan<sup>18</sup>, recomiendan que la cubeta de transferencia debe ser tan delgada como para facilitar el paso de la luz de fotocurado; sin embargo, debe ser lo suficientemente resistente para no perder la precisión<sup>5</sup>.

Dentro de la selección de los dientes para la muestra, no se utilizaron dientes con lesiones por fluorosis. En la investigación de Basalamah et al.<sup>19</sup>, se trabajó una muestra similar de 90 dientes premolares, se registró una resistencia al cizallamiento mediana de 8.14Mpa frente 6.57Mpa en los grupos de dientes sanos y con lesiones por fluorosis respectivamente, obteniéndose una diferencia significativa entre ambos grupos. La razón es que los dientes con fluorosis presentan el esmalte con una estructura inorgánica anormal o desorganizada, alterando la eficiencia adhesiva<sup>20</sup>.

Se decidió contar con pacientes donantes de dientes no fumadores porque puede afectar la adhesión de los brackets. En la investigación de Omar et al., se realizó una investigación *in vitro* donde los dientes simulados a exposición al tabaco presentaron una resistencia al cizallamiento de  $2.8\pm 0.7$ Mpa, presentando valores muy por debajo del grupo control, con una media de  $15.7\pm 9.5$ Mpa, y a los valores registrados en el presente estudio. Esta disminución de la resistencia al cizallamiento se debe a que los componentes químicos del cigarro presuntamente interfieren en la interfase entre la resina y el esmalte<sup>10</sup>.

No se consideraron pacientes con tratamiento previo de aclaramiento dental, ya que puede alterar la adhesión en el esmalte. En la investigación de Perciano et al.<sup>21</sup>, se cementaron 60 brackets monocristalinos y policristalinos a incisivos de bovinos. Como resultado, la resistencia al cizallamiento fue significativamente mayor posterior a las sesiones de aclaramiento dental; obteniéndose un valor inicial para brackets monocristalinos y policristalinos de  $49.79\pm 12.90$  y  $14.35\pm 7.80$  respectivamente frente a un valor al finalizar las sesiones de aclaramiento dental de  $54.16\pm 10.01$  y  $26.44\pm 12.40$ . Respecto al índice de resina remanente antes del aclaramiento dental, todas las muestras presentaron un código 3 y conforme se realizaron las sesiones de aclaramiento dental no generaron diferencias en la cantidad de resina remanente post despegue. Esto puede deberse a que las sesiones de aclaramiento promueven irregularidades en el esmalte, aumentando la retención mecánica del cemento ortodóntico<sup>22</sup>. Sin embargo, Zarif et al.<sup>11</sup> reportaron una disminución en la resistencia adhesiva sustentada en una afectación de la interfase adhesiva entre el brackets y el esmalte.

Puede evidenciarse que la resistencia adhesiva en brackets estéticos<sup>12,21,23</sup> es mayor en comparación con los brackets metálicos utilizados en este estudio.

En el estudio de Iglesias et al., se evaluó la resistencia al cizallamiento e índice de resina remanente trabajando con parámetros similares al presente estudio. Se utilizó Transbond™ XT obteniéndose para la técnica directa una media de  $13.50 \pm 4.00$  Mpa e indirecta de  $11.10 \pm 3.9$  Mpa, presentando una tendencia numérica similar al presente estudio. También se utilizó el cemento resinoso de brackets autoadhesivo GC Ortho Connect™ (GC America, Alsip, Illinois, EE. UU.) obteniéndose una resistencia al cizallamiento de  $10.50 \pm 3.40$  Mpa en comparación con  $12.09 \pm 5.07$  Mpa obtenidos en nuestro estudio utilizando OrthoCem®, cuyo cemento presenta características similares al mencionado. Tampoco encontraron diferencias entre los grupos de técnicas de cementación directa e indirecta<sup>16</sup>.

En el estudio de Shimizu et al.<sup>23</sup>, se realizó una prueba con características similares, donde, se obtuvo  $8.1 \pm 1.7$  Mpa para la técnica directa, indirecta con el kit de adhesión indirecta Sondhi™ e indirecta con Transbond™ XT respectivamente. Al análisis inferencial, el estudio concluyó que las tres técnicas evaluadas tenían una efectividad adhesiva similar. De igual manera, la investigación de Queiroz et al.<sup>24</sup> no encontraron diferencia entre las técnica directa e indirecta de adhesión de aparatología ortodóntica. Estos hallazgos son compartidos por el presente estudio al evaluar la técnica directa e indirecta utilizando Transbond™ XT.

Respecto a los resultados sobre el índice de resina remanente, Iglesias et al.<sup>16</sup> encontraron en el grupo de cementación directa con Transbond™ XT una mayor incidencia en el código 1 (33.3%) mientras que en el presente estudio se registró una mayor incidencia para el código 2 (46.7%). Estos valores registran una unión efectiva en el esmalte, considerando que una mayor incidencia en códigos inferiores puede estar asociado a una mayor posibilidad de falla adhesiva y despegue inminente de la aparatología ortodóntica, mientras en códigos superiores implica mayor daño al esmalte durante el procedimiento de retiro de resina excedente y pulido<sup>19</sup>.

Es posible realizar modificaciones a la técnica de adhesión ante la ligera diferencia de la resistencia al cizallamiento en la técnica indirecta utilizando Orthocem® ( $12.09 \pm 5.07$  Mpa) frente a la misma técnica utilizando Transbond™ XT ( $15.93 \pm 6.49$ ). Fonseca-Silva et al. realizaron pruebas en brackets de marca (Morelli® Sorocaba, São Paulo) y características similares (metálicos de ligado convencional) obtuvieron valores promedios de  $7.8 \pm 3.6$  Mpa y  $11.3 \pm 2.7$  Mpa para los grupos donde se utilizó Orthocem® y Orthocem® agregando el adhesivo universal

Ambar® (FGM Dental Group, Joinville, Brasil), lo que al análisis estadístico se evidenció que no existía diferencia significativa entre ambos protocolos<sup>25</sup>.

Al realizar estudios *in-vitro* donde los dientes deben ser trabajados en conjunto como una arcada dental para simular procedimientos que involucren impresiones dentales, existe la dificultad de trasladarlos de forma unitaria a la máquina universal de ensayos o similares. Especialmente cuando se desea realizar diseños experimentales de tipo longitudinal donde se desean realizar múltiples procedimientos como arcada y mantener la misma posición conjunta de las piezas dentales. En el presente estudio se propuso utilizar un sistema de bloques móviles, con un espacio para fijar con acrílico de curado rápido la porción radicular de un diente unirradicular. Yi et al.<sup>26</sup>, fabricaron una hemiarcada de acrílico de forma manual, lo cual agrega un paso adicional para realizar la separación individual de piezas. Shimizu et al.<sup>23</sup> utilizan moldes acrílicos individuales; sin embargo, no les permite interactuar los dientes como arcada.

Como recomendaciones para futuros estudios, se podría evaluar el cambio de color, sumergiendo las muestras en soluciones tintadas como el café, y la rugosidad del esmalte, utilizando un rugosímetro óptico por medio de la técnica de interferometría en aumento de 20x.<sup>24</sup>

## **V. CONCLUSIONES**

### **Conclusión general**

No existe diferencia estadísticamente significativa entre utilizar la técnica de cementación directa con Transbond™ XT (grupo control) e indirecta con Transbond™ XT; mientras que la técnica indirecta con OrthoCem® obtiene valores de resistencia al cizallamiento e índice de resina remanente significativamente inferiores.

### **Conclusiones específicas**

- 1) La técnica de cementación directa con Transbond™ XT (grupo control) presentó mayor resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental.
- 2) La técnica de cementación directa con Transbond™ XT (grupo control) presentó mayor porcentaje de casos donde se mantuvo la resina remanente en toda la superficie posterior al despegue de los brackets.
- 3) La resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa (grupo control) no presentó diferencia estadísticamente significativa en comparación a la técnica indirecta con Transbond™ XT; sin embargo, ambas presentan diferencia estadísticamente significativa en contraste con la técnica indirecta con OrthoCem®.
- 4) Existe diferencia estadísticamente significativa de los valores del índice de resina remanente posterior al despegue de los brackets entre los tres grupos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Es importante considerar replicar las características del estudio en pacientes portadores de aparatología ortodóntica; sin embargo, es necesario realizar estudios in vitro previos, que permitan garantizar una efectividad adhesiva óptima, para que los pacientes no se vean perjudicados con el retraso en el tratamiento por despegue de brackets.

Sería ideal considerar evaluar la eficacia adhesiva en cada tipo de diente, porque cada uno presenta morfologías variables que podrían influir en el estudio. Sin embargo, la recolección de diferentes tipos de dientes para el estudio sería inviable en comparación con las premolares, ya que estas pueden ser obtenidas de pacientes con requerimiento de exodoncias por discrepancia dentaria en el tratamiento ortodóntico.

## VII. FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Premkumar S, Singh G. Textbook of orthodontics. India: ElSevier; 2015. 780 p.
2. Dos Santos PR, Meneghim M de C, Ambrosano GMB, Filho MV, Vedovello SAS. Influence of quality of life, self-perception, and self-esteem on orthodontic treatment need. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2017 Jan;151(1):143–7.
3. Castilla AEA, Crowe JJJ, Moses JRJ, Wang M, Ferracane JJJ, Covell DAJ. Measurement and comparison of bracket transfer accuracy of five indirect bonding techniques. *Angle Orthod* [Internet]. 2014 Jul;84(4):607–14.
4. Silverman E, Cohen M, Gianelly AA, Dietz VS. A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets. *Am J Orthod*. 1972 Sep;62(3):236–44.
5. Nawrocka A, Lukomska-Szymanska M. The Indirect Bonding Technique in Orthodontics—A Narrative Literature Review. *Mater* (Basel, Switzerland) [Internet]. 2020 Feb 22;13(4):986.
6. Kalange J. Ideal appliance placement with APC brackets and indirect bonding. *J Clin Orthod*. 1999;33:516–26.
7. Pamukcu H, Ozsoy OP, Pamukçu H, Özsoy ÖP, Pamukcu H, Ozsoy OP. Indirect Bonding Revisited. *Turk J Orthod* [Internet]. 2017 Jan 31;29(3):80–6.
8. Guenthner TA, Larson BE. Indirect Bonding: A Technique for Precision and Efficiency. *Semin Orthod* [Internet]. 2007 Mar;13(1):58–63.
9. Mäkinen E, Lassila L, Varrelä J, Vallittu P. Light-curing of orthodontic bracket adhesive by transillumination through dentine and enamel. *Biomater Investig Dent* [Internet]. 2019 Dec 20;6(1):6–12.

10. Omar H, Haggag S, Ghoneima A. The effect of cigarette smoke on the shear bond strength of metallic and ceramic orthodontic brackets: An in vitro study. *Int Orthod [Internet]*. 2020 Mar;18(1):121–6.
11. Zarif Najafi H, Bagheri R, Pakshir HR, Tavakkoli MA, Torkan S. Effect of different surface treatment on the shear bond strength of metal brackets to bleached and desensitized enamel. *Int Orthod [Internet]*. 2019 Mar;17(1):73–9.
12. Adrianzén B. Comparación in vitro de la resistencia adhesiva de los brackets cementados con rely a bond® y orthocem® en dientes bovinos clareados con peróxido de hidrógeno al 35% en diferentes intervalos de tiempo [tesis para optar el grado de Cirujano Dentista]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicada; 2017.
13. Pamukcu H, Ozsoy O, Dagalp R. In vitro and in vivo Comparison of Orthodontic Indirect Bonding Resins: A Prospective Study. *Niger J Clin Pr*. 2018;21(5):614–23.
14. Oldham CC, Ballard RW, Yu Q, Kee EL, Xu X, Armbruster PC. In vitro comparison of shear bond strengths of ceramic orthodontic brackets with ceramic crowns using an aluminium oxide air abrasion etchant. *Int Orthod*. 2020 Mar;18(1):115–20.
15. Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod [Internet]*. 1984 Apr;85(4):333–40.
16. Iglesias A, Flores T, Moyano J, Artés M, Gil FJ, Puigdollers A. In Vitro Study of Shear Bond Strength in Direct and Indirect Bonding with Three Types of Adhesive Systems. *Materials (Basel) [Internet]*. 2020 Jun 10;13(11):2644.
17. Munive Mendez A, Caro Cuellar MF. Protocolo de cementación indirecta de aparatología ortodóncica fija utilizando materiales de uso común. *Rev ADM [Internet]*. 2019;76(6):315–21.
18. Yuzbasioglu Ertugrul B, Alkan Ö. Evaluation of the effects of two different

- indirect bonding methods on strength of the brackets in mandibular model of severe anterior crowding. *Microsc Res Tech* [Internet]. 2021 Jun 29;84(6):1181–91.
19. Basalamah A, Maher A, Whba AH, Scribante A, Sfondrini MF, Montasser MA. Effects of fluorosed enamel on orthodontic bracket bonding. *J Orofac Orthop* [Internet]. 2021 Aug 19;
  20. Limeback H. Enamel formation and the effects of fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol* [Internet]. 1994 Jun;22(3):144–7.
  21. Perciano SG, Carneiro DPA, Santos PR dos, Correr AB, Vedovello SAS, Valdrihgi HC. Do dental bleaching sessions prior to orthodontic treatment change the bond strength of esthetic brackets? *Dent Press J Orthod* [Internet]. 2021;26(4).
  22. Coceska E, Gjorgievska E, Coleman NJ, Gabric D, Slipper IJ, Stevanovic M, et al. Enamel alteration following tooth bleaching and remineralization. *J Microsc* [Internet]. 2016 Jun;262(3):232–44.
  23. Shimizu RH, Grando KG, Shimizu IA, Andriquetto AR, Melo ACM, Witters EL. Assessment of shear bond strength of brackets bonded by direct and indirect techniques: an in vitro study. *J Orthod* [Internet]. 2012 Aug;17(4):1–7.
  24. Queiróz Tavares ML, Elias CN, Nojima LI. Effects of different primers on indirect orthodontic bonding: Shear bond strength, color change, and enamel roughness. *Korean J Orthod* [Internet]. 2018;48(4):245.
  25. Fonseca-Silva T, Otoni RP, Magalhães AAM, Ramos GM, Gomes TR, Rego TM, et al. Comparative Analysis of Shear Bond Strength of Steel and Ceramic Orthodontic Brackets Bonded with Six Different Orthodontic Adhesives. *Int J Odontostomat* [Internet]. 2020 Dec;14(4):658–63.
  26. Yi GK, Dunn WJ, Taloumis LJ. Shear bond strength comparison between direct and indirect bonded orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2003 Nov;124(5):577–81.

27. Sha H-N, Choi S-H, Yu H-S, Hwang C-J, Cha J-Y, Kim K-M. Debonding force and shear bond strength of an array of CAD/CAM-based customized orthodontic brackets, placed by indirect bonding- An In Vitro study. PLoS One. 2018;13(9):e0202952.

## ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

<b>TÍTULO: COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE BRACKETS CEMENTADOS AL ESMALTE DENTAL UTILIZANDO DOS TIPOS DE TÉCNICA DE CEMENTACIÓN INDIRECTA</b>				
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>General</b></p> <p>¿Existirá diferencia significativa en la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental utilizando según la técnica de cementación?</p>	<p><b>General</b></p> <p>Comparar la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental según la técnica de cementación</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>1) Evaluar la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa, indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®</p> <p>2) Evaluar el índice de resina remanente posterior al despegue en brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa, indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®</p> <p>3) Comparar la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa (grupo control), indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®</p> <p>4) Comparar el índice de resina remanente posterior al despegue en brackets cementados al esmalte dental utilizando la técnica directa (grupo control), indirecta con Transbond™ XT e indirecta con OrthoCem®</p>	<p><b>General</b></p> <p>Existe diferencia significativa en la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental según la técnica de cementación</p> <p><b>Específicas</b></p> <p><b>Hipótesis específica 1:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>H<sub>1</sub>:</b> Existe diferencia estadísticamente significativa al comparar la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental según la técnica de cementación.</li> <li>- <b>H<sub>0</sub>:</b> No existe diferencia estadísticamente significativa al comparar la resistencia al cizallamiento de brackets cementados al esmalte dental según la técnica de cementación.</li> </ul> <p><b>Hipótesis específica 2:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>H<sub>1</sub>:</b> Existe diferencia estadísticamente significativa al comparar el índice de resina remanente posterior al despegue en brackets cementados al esmalte dental según la técnica de cementación.</li> <li>- <b>H<sub>0</sub>:</b> No existe diferencia estadísticamente significativa al comparar el índice de resina remanente posterior al despegue en brackets cementados al esmalte dental según la técnica de cementación.</li> </ul>	<p><b>Bases Teóricas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cementación indirecta</li> <li>2. Factores que afectan la eficacia adhesiva</li> <li>3. Técnicas para evaluar la eficacia adhesiva</li> </ol>	<p><b>Diseño Metodológico</b></p> <p>Experimental Comparativo Transversal Prospectivo</p> <p><b>Diseño Muestral</b> Muestreo no probabilístico</p> <p><b>Técnica de Recolección de Datos</b> Observación</p> <p><b>Variables</b></p> <p><b>Independiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnica de cementación de brackets</li> </ul> <p><b>Dependiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia al cizallamiento de brackets al esmalte dental</li> <li>- Cantidad de adherencia de resina sobre el esmalte</li> </ul>

## ANEXO N°2: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	CATEGORÍA O VALOR	TIPO	ESCALA
<b>Independiente</b>	Técnica de cementación	Tipo de técnica utilizada para cementar los brackets al diente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnica directa (grupo control)</li> <li>- Técnica indirecta con Transbond™ XT</li> <li>- Técnica indirecta con OrthoCem®</li> </ul>	Cualitativa	Nominal
<b>Dependiente</b>	Resistencia al cizallamiento	Carga necesaria entre la superficie de contacto para producir una fractura en la interfase de unión entre dos materiales	Megapascales (Mpa)	Cuantitativa	De Razón
	Índice de resina remanente	Cantidad de adherencia de resina sobre el esmalte utilizando rangos establecidos evaluados con el índice de adhesivo remanente (Índice ARI) <sup>16</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puntuación 0: No queda resina en la superficie del esmalte</li> <li>- Puntuación 1: Queda menos de la mitad de resina en la superficie del esmalte</li> <li>- Puntuación 2: Queda más de la mitad de resina en la superficie del esmalte</li> <li>- Puntuación 3: Queda toda la resina en la superficie del esmalte</li> </ul>	Cualitativa	Ordinal

### ANEXO N°3: ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA

```
. sampsi 62.77 127.2, sd1(12.65) sd2(71.4) alpha(0.05) power(0.80)
```

Estimated sample size for two-sample comparison of means

Test Ho:  $m_1 = m_2$ , where  $m_1$  is the mean in population 1  
and  $m_2$  is the mean in population 2

Assumptions:

```
alpha = 0.0500 (two-sided)
power = 0.8000
m1 = 62.77
m2 = 127.2
sd1 = 12.65
sd2 = 71.4
n2/n1 = 1.00
```

Estimated required sample sizes:

```
n1 = 10
n2 = 10
```

Valores utilizados de los grupos 1 y 3 del estudio de Sha H *et al.* (2018)<sup>27</sup>

Table 1

**Mean, stand deviation (SD), and range of debonding force values (N).**

Group	Minimum	Maximum	Mean	SD
1*	42.2	75.4	62.77	12.65
2*	114.7	335	196.9	82.75
3	57.4	217.5	127.2	71.04
4	66.49	152.64	101.98	34.02
5	38.7	277.7	134.98	83.82

# ANEXO N°4: CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA DONACIÓN DE DIENTES PARA INVESTIGACIÓN

## Consentimiento Informado

Para donación de dientes para investigación

Yo ..... (como paciente), con DNI No. ....  
mayor de edad, y con domicilio en ..... o Yo .....  
con DNI No. ...., mayor de edad, en calidad de representante legal de .....

DECLARO:

A través de este documento, AUTORIZO la donación del diente, recientemente extraído por motivos detallados en mi historia clínica, para utilizarlo en investigaciones.

El tipo de investigación que se realizará con el diente que usted donó, incluye:

1. Estudios Histopatológicos: se refiere a los estudios que detallan las características del diente cuando es visto con un microscopio. Se puede investigar sobre la parte dura del diente (esmalte, dentina y cemento) como también sobre el nervio (pulpa) del diente. Estudios de Biomateriales: se refiere al estudio de los materiales utilizados para realizar las tapaduras o restauraciones de los dientes.

2. Estudios de caries, estudios acerca del avance y efectos de la caries en la estructura del diente. Estudios de Biología celular: Son estudios que investigan las células que componen el diente.

La donación del diente será anónima, es decir, no se podrá identificar de quien es el diente. A sí mismo, no se pagará ni se dará otro incentivo por el o los dientes que sean entregados para investigación.

He leído la información, o se me ha leído. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y se me ha respondido satisfactoriamente. Consiento de manera voluntaria a disponer de mi diente de la manera y para los propósitos indicados previamente en este formulario.

Firma del paciente

Fecha

### Declaración del Profesional

He leído de manera precisa la hoja informativa al paciente y me he preocupado de que el paciente comprenda lo siguiente:

1. Que el o los dientes serán donados de manera anónima.
2. Que el paciente no recibirá ningún incentivo por la donación.
3. Los tipos de investigaciones que se pueden realizar con su diente.

Confirmando que el paciente tuvo la posibilidad de realizar preguntas acerca del posible uso y almacenamiento de los dientes donados. Todas las preguntas fueron respondidas de manera correcta.

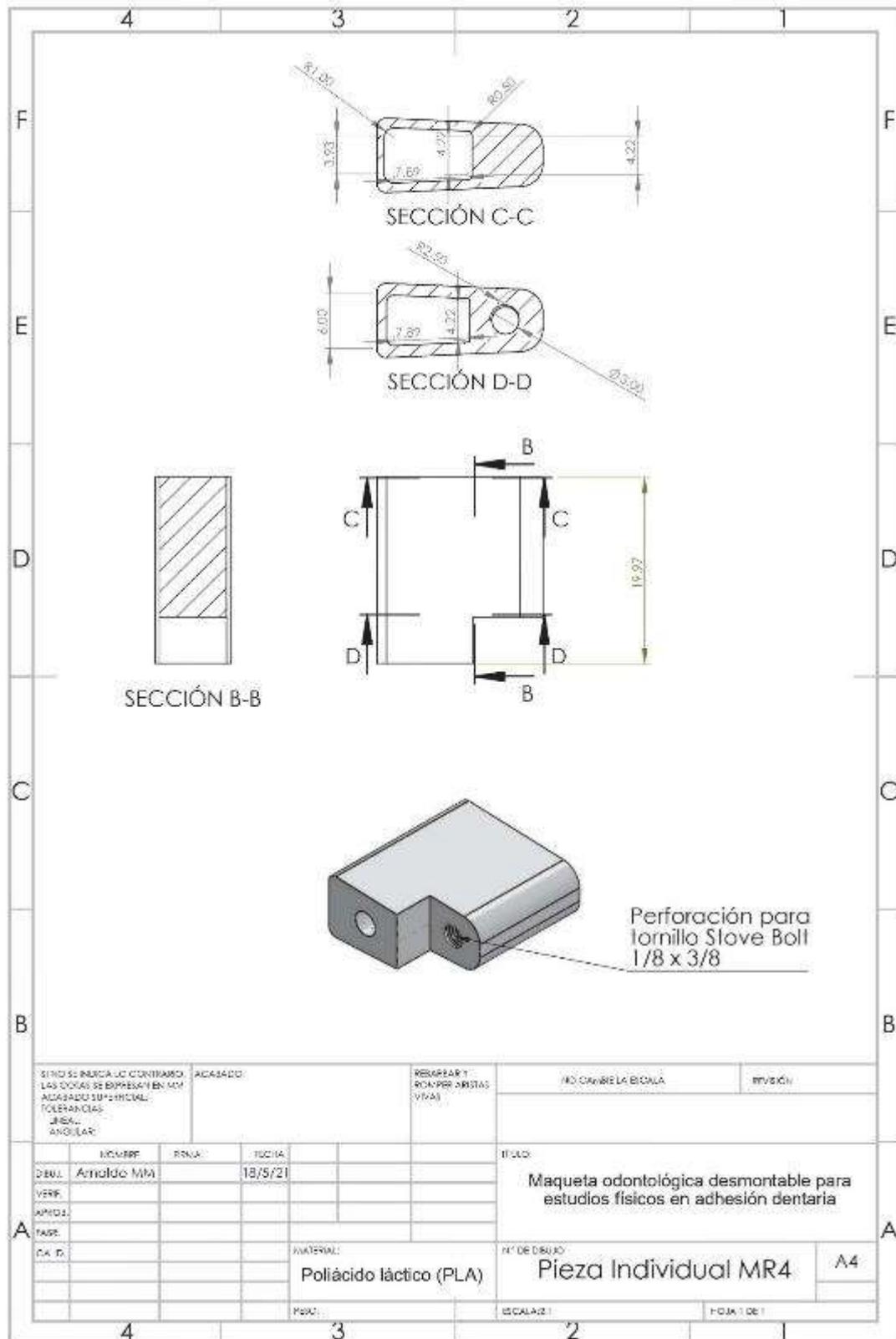
Confirmando que el individuo otorgó su consentimiento de manera libre y voluntaria. Se entregó una copia de este consentimiento al paciente.

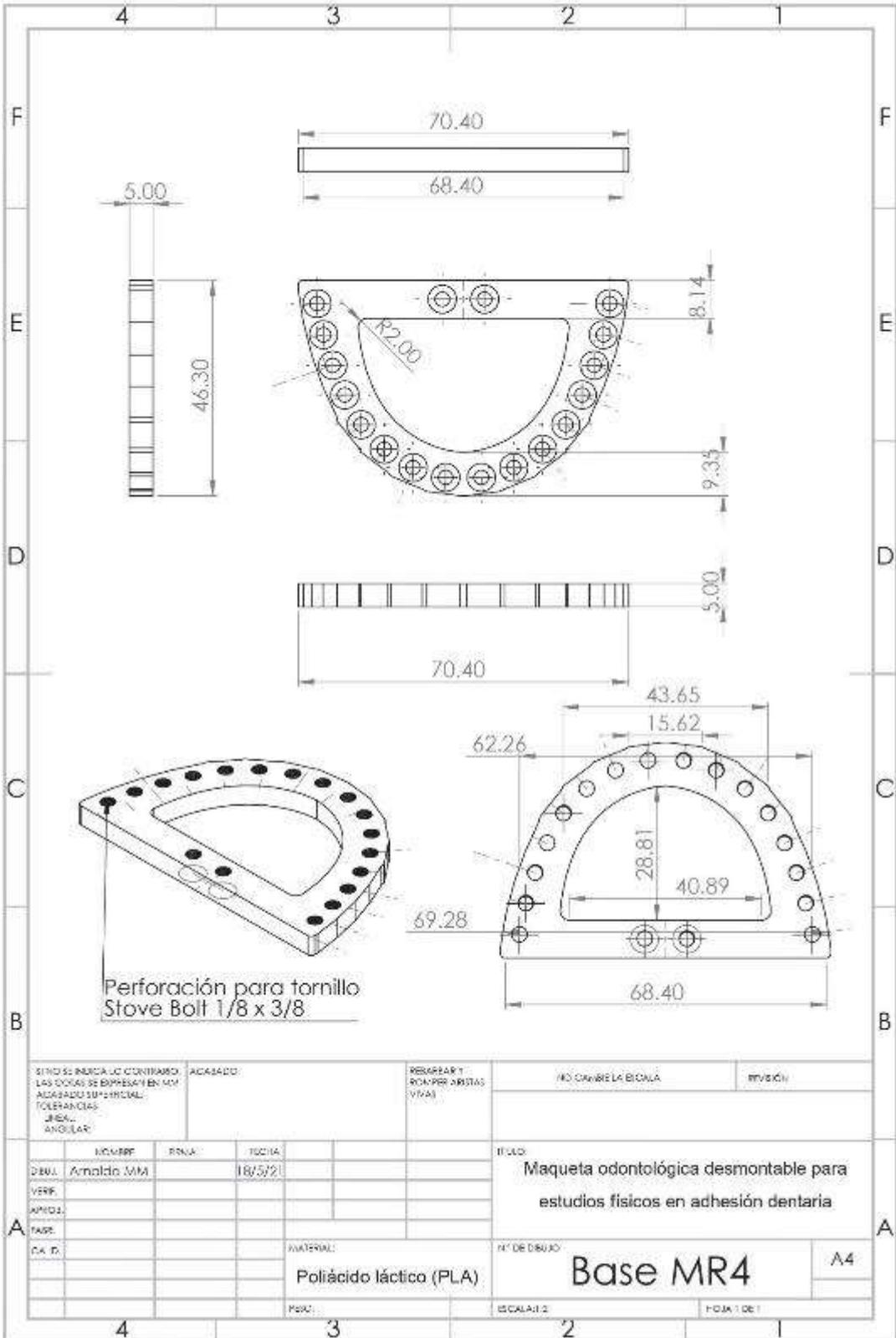
Nombre del profesional que toma el Consentimiento: \_\_\_\_\_

Firma del profesional que toma el Consentimiento: \_\_\_\_\_

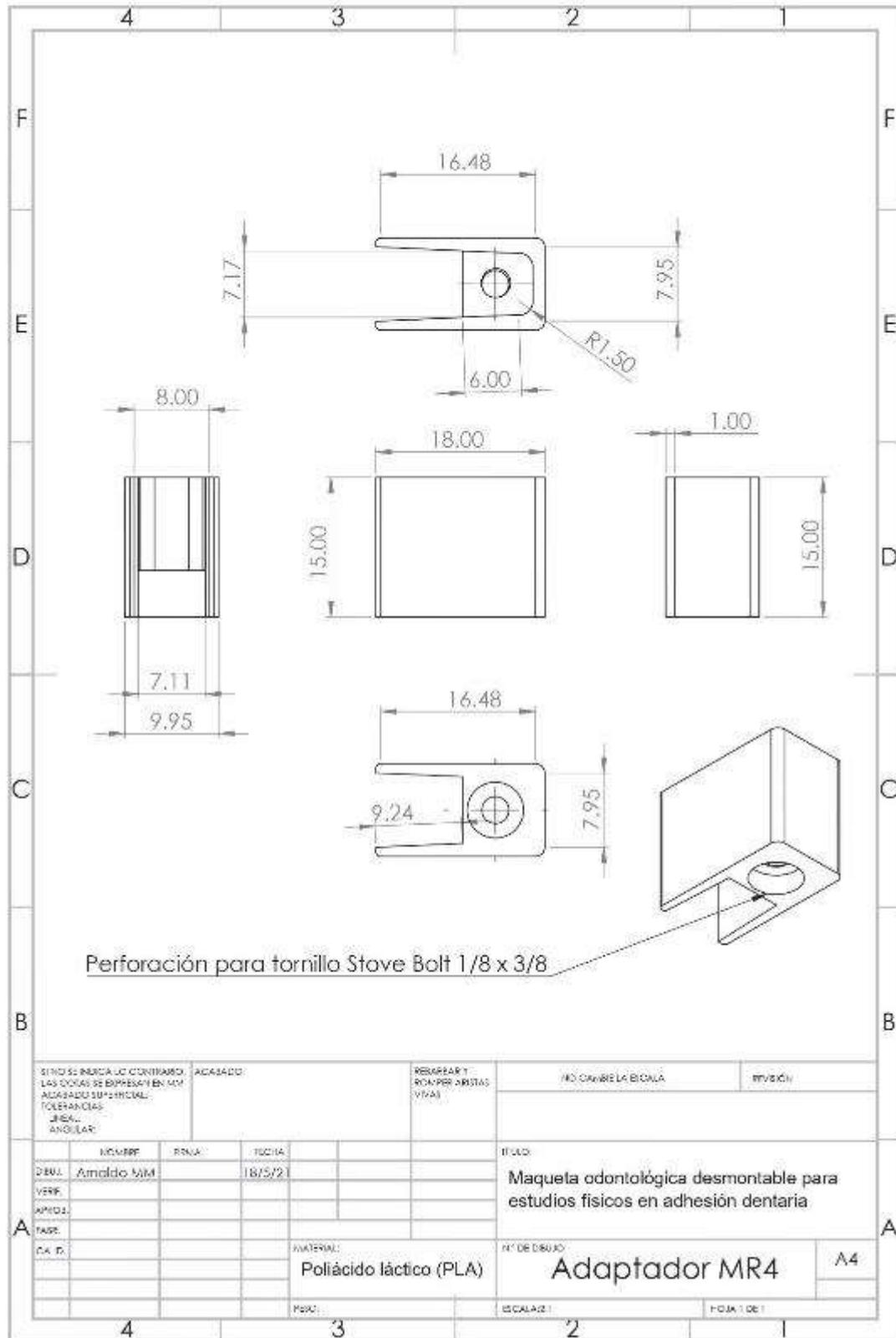
Fecha: \_\_\_\_\_

## ANEXO N°5: Planos de diseño de piezas

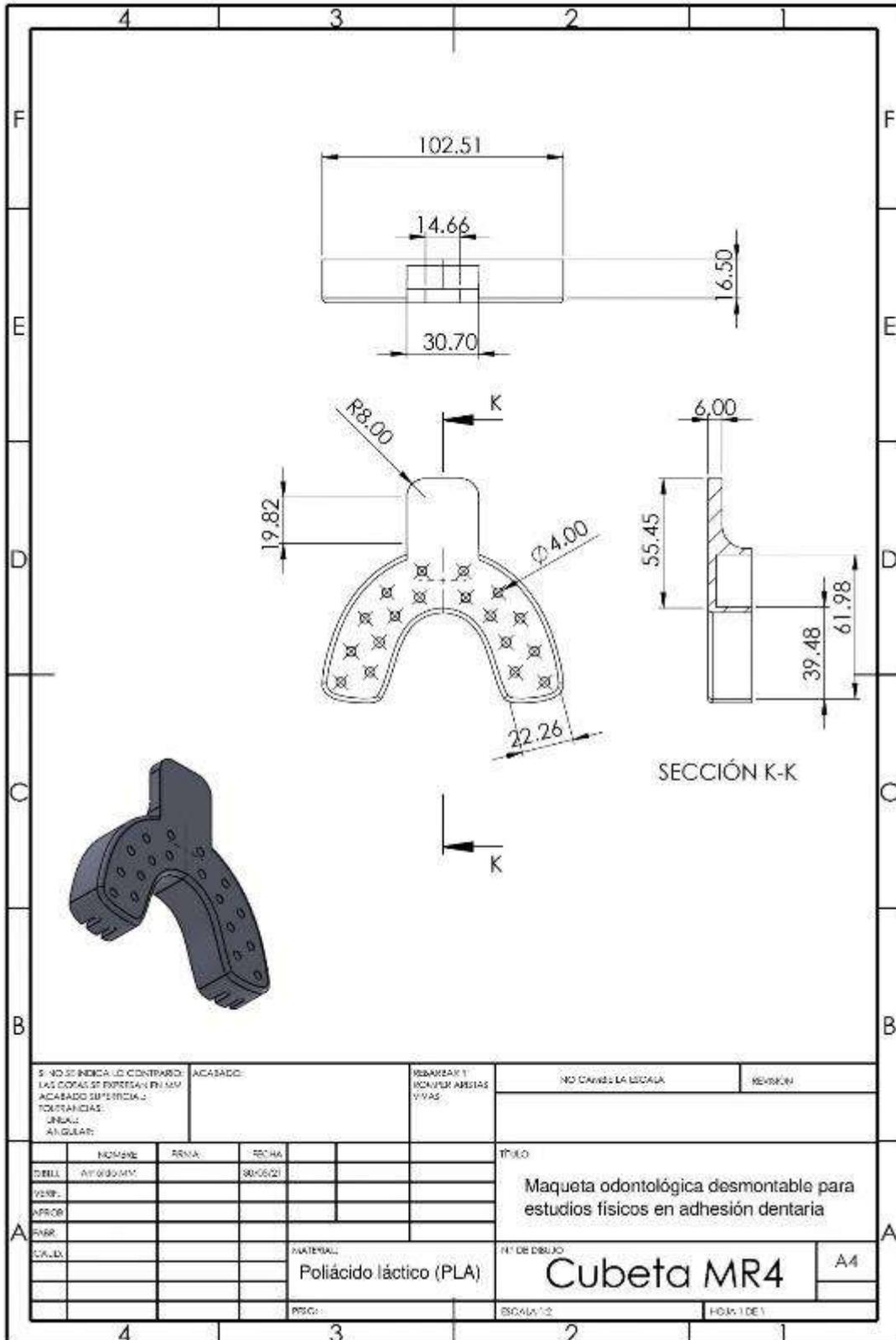




SI NO SE INDICA LO CONTRARIO LAS DIMENSIONES EXPRESAN EN MM		ACABADO:		REBARBAR Y ROSA POR ARISTAS (VIRAS)		NO CUBRIR LA ESCALA		REVISIÓN	
ACABADO SUPERFICIAL:									
TOLERANCIAS LINEAL:									
ANGULAR:									
NO. DE DIBUJO	TÍTULO								
DESU. Amalón MM	Maqueta odontológica desmontable para estudios físicos en adhesión dentaria								
VERIF.									
APROB.									
TAPE.									
CA. D.	MATERIAL:				Nº DE DIBUJO		A4		
	Poliácido láctico (PLA)				Base MR4				
	PESO:		ESCALA: 1:2		FOJA 1 DE 1				
	4	3	2	1					



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO, LAS DIMENSIONES EXPRESADAS EN MM ACABADO SIMPLICIAL TOLERANCIAS LINEAL ANGULAR		ACABADO:		REBARBAR Y RASPAR ARISTAS (VIRAS)		NO CUBRIR LA ESCALA		REVISIÓN	
NO. DISEÑO	RSNA	FECHA				TÍTULO			
DESU. Amoldo MM		18/5/21				Maqueta odontológica desmontable para estudios físicos en adhesión dentaria			
VERIF.									
APROB.									
TAJE.									
CA. D.						MATERIAL: Poliláctico (PLA)		Nº DE DISEÑO: Adaptador MR4	
						MATERIAL:		A4	
						ESCALA 2:1		FOJA 1 DE 1	



5. NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TORNEADAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR 1 ESCAFOR ABASTAS VIVAS		NO DARSE LA ESCALA	REVISION																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FECHA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DELL</td> <td>AY 08/04/11</td> <td>30/05/21</td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ENR.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CAJ.D.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		NOMBRE	FECHA	FECHA	DELL	AY 08/04/11	30/05/21	VERIF.			APROB.			ENR.			CAJ.D.			MATERIAL: Poliácido láctico (PLA)		TÍTULO: Maqueta odontológica desmontable para estudios físicos en adhesión dentaria		
NOMBRE	FECHA	FECHA																						
DELL	AY 08/04/11	30/05/21																						
VERIF.																								
APROB.																								
ENR.																								
CAJ.D.																								
		MATERIAL: Poliácido láctico (PLA)		Nº DE DIBUJO: <b>Cubeta MR4</b>		A4																		
		PROG.:		ESCALA: 1:2		Hojas 1 de 1																		

## ANEXO N°6: Secuencia de ensamblaje de piezas

### Producción de piezas diseñadas



### Ensamblaje de piezas individuales a matriz grupal



### Fijación de dientes a las piezas individuales

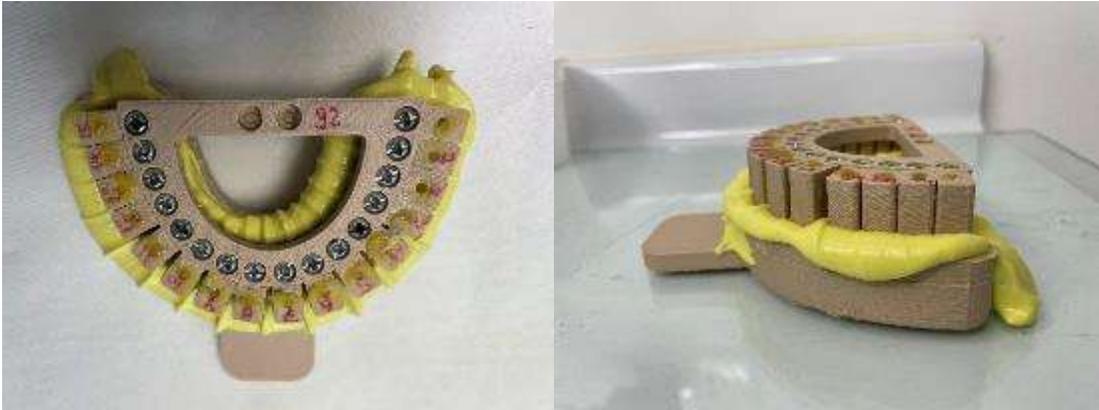


### Modelos ensamblados preparados para el procedimiento de cementación



## ANEXO N°7: Secuencia de trabajo para cementación indirecta

### Impresión dental para generar modelo de trabajo



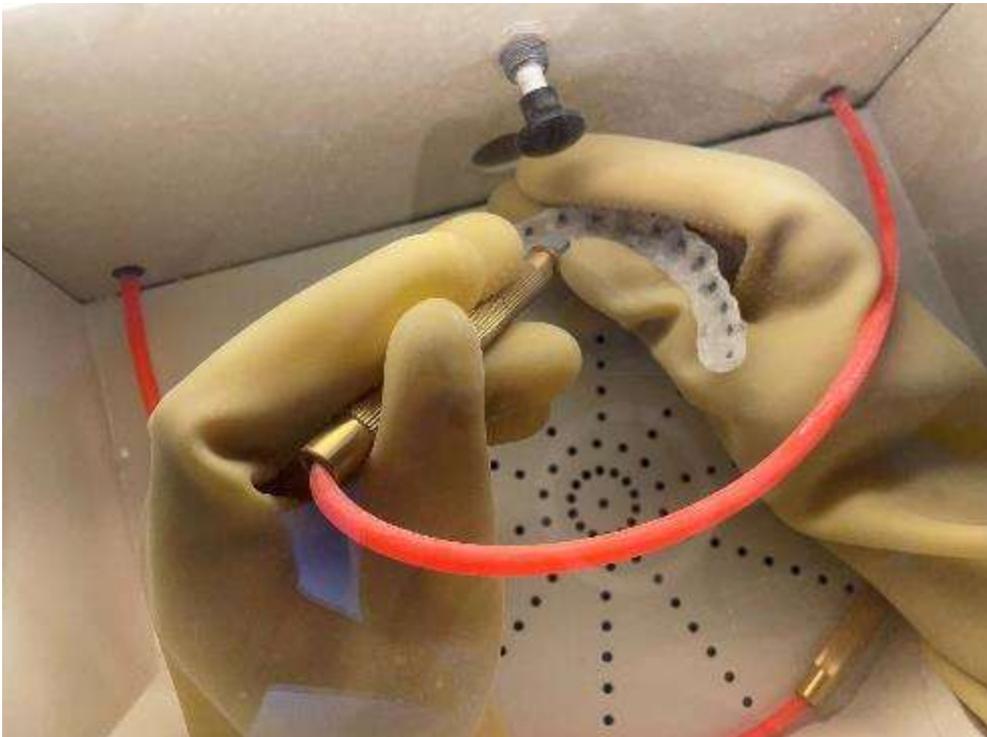
### Posicionamiento de aparatología ortodóntica fija en el modelo de trabajo



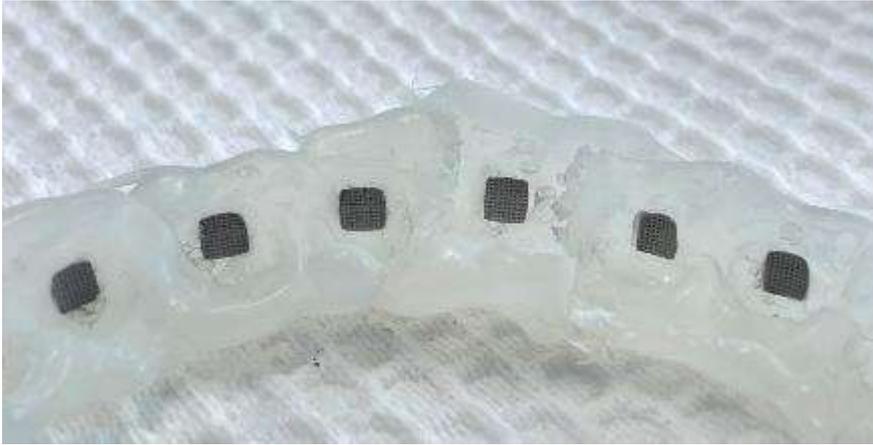
**Preparación de férula de transferencia con silicona termofusible**



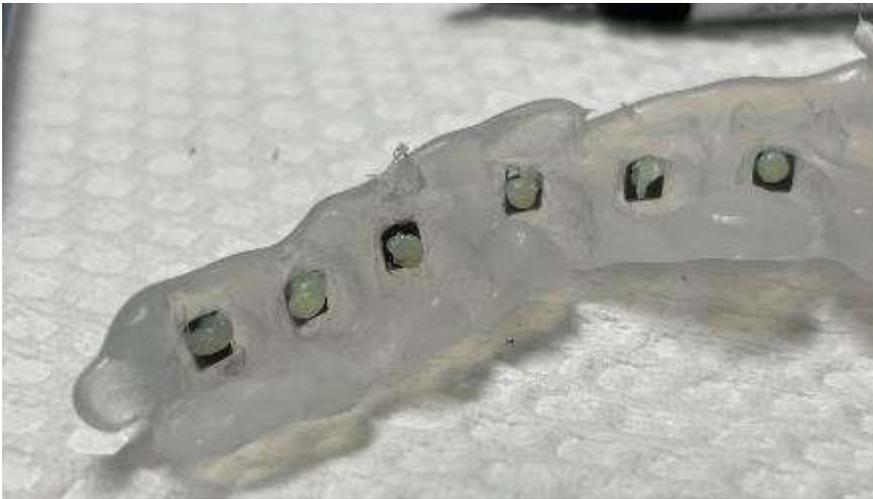
**Arenado de mallas de brackets en la férula de transferencia**



**Vista final de mallas con aplicación de arenado con óxido de aluminio**



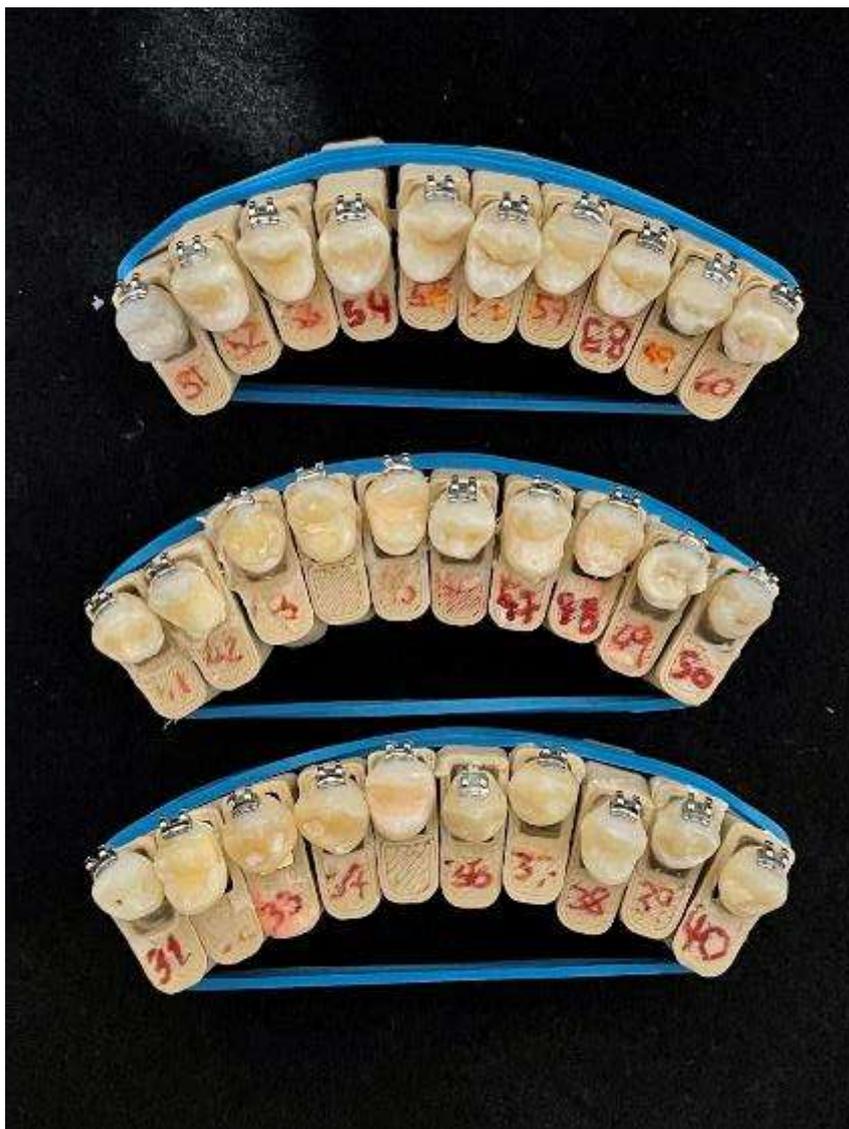
**Aplicación de cemento ortodóntico**



**Férula de transferencia posicionada sobre las piezas dentales**



**Desmontaje de piezas individuales para su procesamiento en el laboratorio**



**ANEXO N°8: Ficha de recolección de datos**

Grupo Control				Grupo Transbond™ XT				Grupo Orthocem®			
N	Mpa	ARI		N	Mpa	ARI		N	Mpa	ARI	
1				31				61			
2				32				62			
3				33				63			
4				34				64			
5				35				65			
6				36				66			
7				37				67			
8				38				68			
9				39				69			
10				40				70			
11				41				71			
12				42				72			
13				43				73			
14				44				74			
15				45				75			
16				46				76			
17				47				77			
18				48				78			
19				49				79			
20				50				80			
21				51				81			
22				52				82			
23				53				83			
24				54				84			
25				55				85			
26				56				86			
27				57				87			
28				58				88			
29				59				89			
30				60				90			

# ANEXO N°9: Informe del ensayo de cizallamiento realizado en el laboratorio



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

INFORME DE ENSAYO N°	IE-067-2021	EDICION N° 2	Página 1 de 5
<b>ENSAYO DE CIZALLAMIENTO EN BRACKETS ADHERIDOS A DIENTES</b>			
<b>1. TESIS</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE BRACKETS CEMENTADOS AL ESMALTE DENTAL UTILIZANDO DOS TIPOS DE TÉCNICA DE CEMENTACIÓN INDIRECTA"		
<b>2. DATOS DEL SOLICITANTE</b>			
NOMBRE Y APELLIDOS	Arnaldo Alfredo Munive Méndez		
DNI	72970644		
DIRECCIÓN	Av. Larco 742 Dpto. A		
DISTRITO	Miraflores		
<b>3. EQUIPOS UTILIZADOS</b>			
INSTRUMENTO	Maquina digital de ensayos universales CMT- 5L		
MARCA	LG		
APROXIMACIÓN	0.001 N		
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm		
MARCA	Mitutoyo		
APROXIMACIÓN	0.01mm		
<b>4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>			
FECHA DE INGRESO	10	Julio	2021
LUGAR DE ENSAYO	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.		
CANTIDAD	3 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Muestras de Brackets adheridos en dientes		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Grupo control (Cementación directa)	
	Grupo 2	Cementación indirecta con TransbondXT	
	Grupo 3	Cementación indirecta con Orthocem	
<b>5. REPORTE DE RESULTADOS</b>			
FECHA DE EMISION DE INFORME	15	Julio	2021



**HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC**  
Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. Los Jardines 2da Etapa San Juan de Lurigancho  
Telf.: +51(01) 4065 215 - 997 123 584 Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm  
E-mail.: robet.etmec@gmail.com

INFORME DE ENSAYO N°		IE-067-2021	EDICION N° 2	Página 2 de 5
<b>6. RESULTADOS GENERADOS</b>				
Grupo 1		Grupo control (Cementación directa)		
Espécimen	Área Promedio (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	
1	10.83	162.58	15.01	
2	10.83	153.95	14.22	
3	10.83	273.75	25.28	
4	10.83	139.34	12.87	
5	10.83	201.39	18.60	
6	10.83	201.54	18.61	
7	10.83	127.06	11.73	
8	10.83	173.96	16.06	
9	10.83	166.90	15.41	
10	10.83	135.64	12.52	
11	10.83	122.68	11.33	
12	10.83	132.00	12.19	
13	10.83	202.36	18.69	
14	10.83	187.37	17.30	
15	10.83	219.93	20.31	
16	10.83	198.42	18.32	
17	10.83	181.06	16.72	
18	10.83	170.99	15.79	
19	10.83	279.71	25.83	
20	10.83	165.67	15.30	
21	10.83	250.39	23.12	
22	10.83	128.00	11.82	
23	10.83	210.24	19.41	
24	10.83	138.16	12.76	
25	10.83	163.28	15.08	
26	10.83	254.76	23.52	
27	10.83	113.13	10.45	
28	10.83	178.75	16.51	
29	10.83	276.43	25.52	
30	10.83	128.31	11.85	



INFORME DE ENSAYO N°		IE-067-2021	EDICION N° 2	Página 3 de 5
Grupo 2		Cementación indirecta con TransbondXT		
Espécimen	Área Promedio (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	
1	10.83	112.00	10.34	
2	10.83	305.28	28.19	
3	10.83	182.76	16.88	
4	10.83	345.81	31.93	
5	10.83	181.87	16.79	
6	10.83	267.00	24.65	
7	10.83	78.95	7.29	
8	10.83	239.60	22.12	
9	10.83	121.87	11.25	
10	10.83	187.80	17.34	
11	10.83	162.73	15.03	
12	10.83	247.21	22.83	
13	10.83	168.48	15.56	
14	10.83	171.27	15.81	
15	10.83	292.13	26.97	
16	10.83	148.07	13.67	
17	10.83	161.31	14.88	
18	10.83	90.85	8.39	
19	10.83	138.30	12.77	
20	10.83	142.97	13.20	
21	10.83	153.61	14.18	
22	10.83	92.00	8.49	
23	10.83	110.33	10.19	
24	10.83	39.40	3.64	
25	10.83	101.77	9.40	
26	10.83	210.73	19.46	
27	10.83	154.31	14.25	
28	10.83	185.78	17.15	
29	10.83	213.77	19.74	
30	10.83	166.53	15.38	



INFORME DE ENSAYO N°		IE-067-2021	EDICION N° 2	Página 4 de 5
Grupo 3		Cementación indirecta con Orthocem		
Espécimen	Área Promedio (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	
1	10.83	45.31	4.18	
2	10.83	141.90	13.10	
3	10.83	205.74	19.00	
4	10.83	224.13	20.70	
5	10.83	188.62	17.42	
6	10.83	163.48	15.10	
7	10.83	128.60	11.87	
8	10.83	201.95	18.65	
9	10.83	158.76	14.66	
10	10.83	209.79	19.37	
11	10.83	11.73	1.08	
12	10.83	114.19	10.54	
13	10.83	95.62	8.83	
14	10.83	118.35	10.93	
15	10.83	95.34	8.80	
16	10.83	184.07	17.00	
17	10.83	193.62	17.88	
18	10.83	84.33	7.79	
19	10.83	113.87	10.51	
20	10.83	111.65	10.31	
21	10.83	190.11	17.55	
22	10.83	98.38	9.08	
23	10.83	14.51	1.34	
24	10.83	100.03	9.24	
25	10.83	98.47	9.09	
26	10.83	131.73	12.16	
27	10.83	157.16	14.51	
28	10.83	128.85	11.90	
29	10.83	92.10	8.50	
30	10.83	128.40	11.86	

<b>INFORME DE ENSAYO N°</b>	<b>IE-067-2021</b>	<b>EDICION N° 2</b>	<b>Página 5 de 5</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Velocidad de ensayo 1 mm/min</li> </ul>			
<b>7. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	TEMPERATURA: 20 °C HUMEDAD RELATIVA: 85 %		
<b>8. VALIDÉZ DE INFORME</b>	VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME		
<b>ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN</b> <b>ING. MECANICO</b> <b>LABORATORIO HTL CERTIFICATE</b>		 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE	

  
-----  
**ROBERT NICK**  
**EUSEBIO TEHERAN**  
**INGENIERO MECANICO**  
Reg. CIP N° 11777



## ANEXO N°10: Acta de aprobación de proyecto de investigación



San Luis, 15 de diciembre de 2020

### CARTA N°023-2020-INVE-FO-USMP

Señor

**MUNIVE MÉNDEZ ARNALDO ALFREDO**

Cirujano Dentista

Presente.-

Es grato dirigirnos a usted para saludarlo cordialmente y a la vez informarle que el proyecto de investigación titulado: “**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE BRACKETS CEMENTADOS AL ESMALTE DENTAL. UTILIZANDO DOS TIPOS DE TÉCNICA DE CEMENTACIÓN INDIRECTA**”, ha sido aprobado por el Comité Revisor de Proyectos de Investigación (ACTA N°019-2020-CRPI/FO-USMP) y por el Comité de Ética en Investigación (ACTA N°004-2020-CEI/FO-USMP).

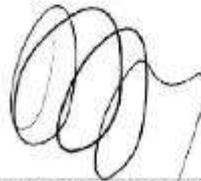
Es lo que se le informa para los fines que estime conveniente.

Sea propicia la ocasión para expresarle nuestra deferencia y consideración.

Atentamente;



Dr. RAFAEL MORALES VADILLO  
Director del Instituto de Investigación  
Facultad de Odontología - USMP



Dr. ARÍSTIDES JUVENAL SÁNCHEZ LIHÓN  
Presidente del Comité de Ética en Investigación  
Facultad de Odontología - USMP