



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**ESTOMATOLOGÍA**

EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA EN LA  
SUPERFICIE RADICULAR EXTERNA DE PREMOLARES MEDIANTE DOS  
SISTEMAS DE OBTURACIÓN DURANTE LA APLICACIÓN DE LA  
TÉCNICA DE CONDENSACIÓN DE ONDA CONTINUA

TEMPERATURE CHANGES ON PREMOLAR ROOT SURFACE USING  
TWO OBTURATION SYSTEMS DURING THE APPLICATION OF THE  
CONTINUOUS WAVE OF CONDENSATION TECHNIQUE

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD  
PROFESIONAL EN ENDODONCIA

AUTOR

FRAYSY GRACIELA NARRO SEBASTIAN

ASESOR

MARIO GEORGE CASARETTO GAMONAL

LIMA - PERÚ

2025



## **JURADO**

Presidente: DR. ERIC HERNAN COAGUILA LLERENA

Vocal: MG. ESP. MANUEL FERNANDO CORDOVA MALCA

Secretario: MG. ESP. PIERRE ALFREDO MEJIA ROJAS

Fecha de Sustentación: 16 de diciembre de 2025

Calificación: Aprobado

**ASESOR DE TESIS**

**ASESOR**

DR. ESP. MARIO GEORGE CASARETTO GAMONAL

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

ORCID: 0000-0003-0751-7611

## **DEDICATORIA**

A mi amado Señor Jesús, mi tierno esposo y mis maravillosos padres

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más profundo agradecimiento y reconocimiento a mi querido asesor, Mario Casaretto, un docente excepcional; con sus palabras de motivación, apoyo incondicional 24/7 y su constante guía, me ha impulsado a concluir exitosamente esta investigación.

A mi amado esposo, quien ha sido pieza clave en la ejecución de este estudio, por su tiempo y su compañía.

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

Autofinanciado

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

La autora declara no tener conflictos de interés.

# DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El egresado:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	NARRO SEBASTIAN FRAYSY GRACIELA

Pertenecientes al programa de la **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ENDODONCIA**, autor del trabajo titulado: **EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA EN LA SUPERFICIE RADICULAR EXTERNA DE PREMOLARES MEDIANTE DOS SISTEMAS DE OBTURACIÓN DURANTE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE CONDENSACIÓN DE ONDA CONTINUA** el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ENDODONCIA** bajo la modalidad de **TESIS**.

En calidad de docente asesor de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	CASARETTO GAMONAL MARIO GEORGE	ESTOMATOLOGÍA	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **10 %**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **trn:oid:::1:3462785411**; fecha de entrega: **22-01-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 22 de enero del 2026.**

Firma del asesor  
N° DNI: 41318382  
ORCID: 0000-0003-0751-7611



## TABLA DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
Resumen	
Abstract	
I. Introducción	1
II. Objetivos	6
III. Materiales y Métodos	8
IV. Resultados	15
V. Discusión	17
VI. Conclusiones	23
VII. Referencias Bibliográficas	25
VIII. Tablas, gráficos y figuras	29
Anexos	39

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar los cambios de temperatura en la superficie radicular externa de premolares mediante dos sistemas de obturación, durante la aplicación de la técnica de condensación de onda continua. **Materiales y Métodos:** Se utilizaron 40 premolares extraídos, instalados en una cámara climática simulando la temperatura corporal ( $37^{\circ}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ), divididos en 2 grupos ( $n=20$ ): Grupo I: sistema Fi-P y Fi-G, y Grupo II: sistema Fast Pack y Fast Fill. La medición de la temperatura durante las fases downpack y backfill, se registró con una cámara termográfica, cuyo campo de medición fue ajustado a nivel de la superficie mesial del tercio medio radicular, tomando el tiempo transcurrido con un cronómetro y anotando los cambios de temperatura en grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ) según el tiempo de medición, durante 60 segundos. Los cambios de temperatura se analizaron con Kruskal-Wallis y post hoc de Dunn con corrección Bonferroni ( $\alpha=0.05$ ). **Resultados:** Fase downpack: el dispositivo Fast Pack ( $55.6^{\circ}\text{C}$ ) generó una temperatura máxima más alta frente al dispositivo Fi-P ( $49.8^{\circ}\text{C}$ ); Fi-P presentó una temperatura máxima más alta luego de la 2<sup>o</sup> activación ( $53.1^{\circ}\text{C}$ ) que después de la 1<sup>o</sup> activación ( $49.8^{\circ}\text{C}$ ). Fase backfill: dispositivo Fi-G ( $53.2^{\circ}\text{C}$ ) generó una temperatura máxima más alta frente al dispositivo Fast Fill ( $49.4^{\circ}\text{C}$ ); en todos los casos, las diferencias fueron estadísticamente significativas. **Conclusión:** Los dispositivos Fast Pack y Fi-G generaron una temperatura más alta en la superficie radicular de premolares, durante las fases downpack y backfill de la técnica de onda continua, respectivamente.

**Palabras claves:** Obturación del conducto radicular, temperatura, diente premolar, Endodoncia.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate temperature changes on the external root surface of premolars using two obturation systems during the application of the continuous wave condensation technique. **Materials and Methods:** 40 extracted premolars were used, mounted in a climatic chamber simulating body temperature ( $37^{\circ} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ), and divided into two groups ( $n = 20$ ): Group I: Fi-P and Fi-G system, and Group II: Fast Pack and Fast Fill system. Temperature measurement during the downpack and backfill phases was recorded with a thermographic camera, whose measurement field was adjusted at the mesial surface of the middle third root. Time was recorded with a stopwatch, and temperature changes in degrees Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) were noted according to the time measurement, over a period of 60 seconds. Temperature changes were analyzed using the Kruskal–Wallis test and Dunn’s post hoc test with Bonferroni correction ( $\alpha = 0.05$ ). **Results:** Downpack phase: the Fast Pack device ( $55.6^{\circ}\text{C}$ ) generated a higher maximum temperature compared to the Fi-P device ( $49.8^{\circ}\text{C}$ ); Fi-P showed a higher maximum temperature after the second activation ( $53.1^{\circ}\text{C}$ ) than after the first activation ( $49.8^{\circ}\text{C}$ ). Backfill phase: the Fi-G device ( $53.2^{\circ}\text{C}$ ) generated a higher maximum temperature compared to the Fast Fill device ( $49.4^{\circ}\text{C}$ ); in all cases, the differences were statistically significant. **Conclusion:** The Fast Pack and Fi-G device generated higher temperatures on the external root surface of premolars during the downpack and backfill phases of the continuous wave condensation technique, respectively.

**Keywords:** Root canal obturation, temperature, bicuspid, Endodontics.

## I. INTRODUCCIÓN

La obturación del conducto radicular constituye la fase final del tratamiento de conductos, se realiza luego de haber completado los procedimientos de limpieza y conformación, y tiene como objetivo fundamental proporcionar un sellado hermético desde el foramen apical hasta el orificio coronal del conducto para prevenir la microfiltración y recolonización bacteriana (1-4).

La obturación radicular es un factor importante a evaluar en diversos estudios sobre éxito y fracaso de los tratamientos de conductos (5), ya que históricamente el fracaso del tratamiento se ha asociado con una compactación deficiente y una pobre calidad de la obturación radicular (6). Estos hallazgos resaltan la importancia de las técnicas de obturación y materiales utilizados para tal fin (7).

Se han desarrollado diversas técnicas de obturación del conducto radicular, la mayoría de ellas emplean un núcleo central, como la gutapercha, y un cemento sellador (1), encargado de llenar los espacios y brechas que pudiesen existir entre la gutapercha, las paredes del conducto radicular y los espacios de la gutapercha entre sí. Estas técnicas se basan en la compactación de gutapercha en frío o caliente, teniendo esta última una ventaja superior por su mayor efectividad en el sellado del conducto radicular, especialmente en presencia de irregularidades anatómicas del sistema de conductos (8, 9).

A fin de mejorar la calidad de la obturación radicular, se emplean nuevas técnicas basadas en el calentamiento de la gutapercha, como la técnica de condensación de onda continua, que ha sido desarrollada para producir un sellado tridimensional,

consistentemente denso y dimensionalmente estable, permitiendo que, a través del reblandecimiento de la gutapercha, ésta pueda fluir e ingresar en las irregularidades anatómicas del sistema de conductos para lograr un mejor sellado, en comparación con las técnicas de gutapercha en frío (9-11).

La técnica de condensación de onda continua comprende la fase “downpack”, que consiste en la compactación vertical de la gutapercha utilizando un equipo que consta de una pieza de mano con una punta transportadora de calor, el cual es regulable a temperaturas de entre 90°C a 400 °C. La punta del equipo es insertada dentro del conducto radicular, donde se encuentra el cono maestro recubierto con cemento sellador, y, tras ser activado inicialmente durante 3 segundos, realizando una leve presión, corta y compacta la gutapercha en un único movimiento y en dirección apical hasta 3-4 mm antes de la longitud real de trabajo. Prosigue la desactivación del equipo durante 10 segundos, aplicando una presión firme para compensar el cambio dimensional de la gutapercha al enfriarse; y continúa la segunda activación durante 1 segundo para retirar la punta del equipo, denominada “fase de separación”. Finalmente se compacta la gutapercha empleando compactadores manuales hasta su enfriamiento. (1,12-14).

Una vez lograda la obturación del tercio apical, continúa la fase denominada “backfill”, que consiste en la obturación de los tercios medio y coronal a través de la inyección de gutapercha termoplastificada, para lo cual se emplea un equipo regulable a temperaturas de entre 90 °C a 230 °C. La gutapercha es precalentada por el equipo, el cual posee una punta que la dispensa; la punta del equipo es insertada dentro del conducto radicular a nivel del tope que produce la obturación apical, y tras ser activado, inyecta la gutapercha de forma gradual y en dirección

coronal a medida que el conducto se va llenando por completo; se finaliza con la compactación de la gutapercha hasta su enfriamiento y solidificación (14,15).

Estas variaciones de temperatura ocasionan que la gutapercha experimente dos cambios de fase: la fase alfa y la fase beta. Cuando la gutapercha se calienta a temperaturas de 42 °C a 49 °C, pasa de la fase beta a la fase alfa (16), volviéndose más fluida y moldeable; cuando la temperatura aumenta de 53 °C a 59°C, pasa de la fase alfa a una mezcla amorfa. Finalmente, durante el enfriamiento, regresa del estado amorfo a la fase beta (8).

Por lo tanto, la temperatura máxima requerida para que la gutapercha reblandezca alcanzando un estado amorfo es de 60°C, sin embargo, la mayoría de los sistemas termoplastificados funcionan a una temperatura promedio de 200 °C (17). Esto se debería a que la temperatura real de la punta del equipo que transporta calor es menor a la que muestra la pantalla al momento de ser utilizado, aproximadamente 50 °C más baja que la configurada en el equipo. Así lo demuestra el estudio de Qu et al. (18), quienes evaluaron la temperatura efectiva de tres sistemas (BeeFill, Elements, B&L) configurados a 200 °C, determinando que la temperatura real de la punta del condensador era de 140 °C en promedio.

Está siendo ampliamente investigado el efecto del calor generado durante la obturación con la técnica de condensación de onda continua, por su probable injuria sobre los tejidos periodontales y la posibilidad de alterar las propiedades físicas y la composición química de los cementos selladores (9,19, 20).

El calor generado dentro del conducto radicular es transmitido, a través de la dentina y el cemento, a los tejidos periodontales y al hueso alveolar. Esto va a depender de

factores como el tipo de diente y el aspecto de su superficie radicular, el tercio radicular que se considere, la medida y diámetro de la punta del equipo, el sistema de obturación que se utilice, entre otros (21). En el estudio de Podolak et al. (22), midieron y compararon el aumento de temperatura producido en la superficie radicular externa, tanto mesial como vestibular, de premolares durante una técnica de obturación radicular con gutapercha termoplastificada empleando un equipo láser, determinando un aumento significativo de la temperatura en la superficie radicular mesial, en comparación con la vestibular (7.5 °C y 3.7 °C respectivamente); lo cual sugiere que para obtener resultados válidos de los cambios de temperatura, la medición debe realizarse en la superficie radicular con la pared más delgada.

Asimismo, se ha reportado que un incremento de temperatura de hasta 10°C por encima de la temperatura corporal (37°C) durante 1 minuto no es perjudicial, ya que se ha relacionado con cambios reversibles seguidos de reparación ósea normal, sin embargo, temperaturas más altas o un tiempo de aplicación mayor podría ocasionar daño irreversible a los tejidos periodontales, como una osteonecrosis (1,22,23).

Actualmente en nuestro país, existen varios sistemas de obturación disponibles en el mercado que replican la técnica de condensación de onda continua, siendo dos de los más utilizados el sistema de obturación Fi-P y Fi-G (Woodpecker, Guilin, China), y el sistema de obturación Fast Pack y Fast Fill (Eighteeth, Changzhou, China). Sin embargo, no existen estudios realizados sobre la temperatura real que generan estos sistemas sobre la superficie radicular externa de las piezas dentarias,

y si ésta se encuentra dentro del límite de seguridad e inocuidad para los tejidos periodontales.

El propósito de este estudio fue evaluar los cambios de temperatura en la superficie radicular externa de premolares mediante dos sistemas de obturación: Fi-P y Fi-G (Woodpecker), y Fast Pack y Fast Fill (Eighteeth), durante la aplicación de la técnica de condensación de onda continua.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar los cambios de temperatura en la superficie radicular externa de premolares mediante dos sistemas de obturación: Fi-P y Fi-G (Woodpecker), y Fast Pack y Fast Fill (Eighteeth), durante la aplicación de las fases downpack y backfill de la técnica de condensación de onda continua.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar los cambios de temperatura en la superficie radicular externa de premolares mediante el dispositivo Fi-P (Woodpecker), durante la aplicación de la fase downpack de la técnica de condensación de onda continua.
2. Determinar los cambios de temperatura en la superficie radicular externa de premolares mediante el dispositivo Fast Pack (Eighteeth), durante la aplicación de la fase downpack de la técnica de condensación de onda continua.
3. Determinar los cambios de temperatura en la superficie radicular externa de premolares mediante el dispositivo Fi-G (Woodpecker), durante la aplicación de la fase backfill de la técnica de condensación de onda continua.
4. Determinar los cambios de temperatura en la superficie radicular externa de premolares mediante el dispositivo Fast Fill (Eighteeth), durante la aplicación de la fase backfill de la técnica de condensación de onda continua.

5. Comparar los cambios de temperatura en la superficie radicular externa de premolares mediante los dispositivos Fi-P (Woodpecker) y Fast Pack (Eighteeth), durante la aplicación de la fase downpack de la técnica de condensación de onda continua.
6. Comparar los cambios de temperatura en la superficie radicular externa de premolares mediante los dispositivos Fi-G (Woodpecker) y Fast Fill (Eighteeth), durante la aplicación de la fase backfill de la técnica de condensación de onda continua.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Diseño del estudio**

Investigación in vitro, experimental, prospectivo, transversal y analítico.

#### **Muestra**

La selección de muestra fue no probabilística, incluyéndose todas las piezas premolares que cumplieron con los criterios de selección. Se realizó un estudio piloto empleando tres piezas premolares por grupo de evaluación, determinando el tamaño muestral mediante un cálculo a priori utilizando el software RStudio y el paquete “pwr”, obteniendo como resultado un tamaño muestral de 20 premolares por grupo de evaluación, es decir, un total de 40 premolares (Anexo 01). La muestra fue dividida en dos grupos:

**Grupo I:** 20 Premolares preparados con limas RC-BLUE (D-Perfect, Shenzhen, China), obturados con el cemento sellador NeoSEALER Flo (Avalon Biomed <sup>TM</sup>, Houston, EE.UU.) y utilizando los dispositivos Fi-P y Fi-G (Woodpecker).

**Grupo II:** 20 Premolares preparados con limas RC-BLUE (D-Perfect), obturados con el cemento sellador NeoSEALER Flo (Avalon Biomed <sup>TM</sup>) y utilizando los dispositivos Fast Pack y Fast Fill (Eighteeth).

#### **Criterios de selección**

#### **Criterios de inclusión:**

Piezas premolares con un único conducto radicular, extraídas por motivos ortodónticos, periodontales o prostéticos; con una longitud radicular mayor a 16 mm.

### **Criterios de exclusión.**

Premolares con tratamiento endodóntico previo, con lesiones cariosas radiculares o reabsorciones radiculares, que tengan signos de fractura a nivel de la raíz, asimismo que posean ápices abiertos.

### **Definición operacional de variables**

a. Cambios de temperatura en la superficie radicular: consiste en la elevación de la temperatura en la superficie externa de la raíz de una pieza dentaria por la aplicación de una fuente de calor dentro del conducto radicular.

Se obtuvo la temperatura en grados Celsius registrada por la cámara termográfica según el nivel de radiación infrarroja detectado en la superficie radicular externa mesial de la pieza premolar, en momentos determinados durante la técnica de obturación

Esta es una variable de tipo cuantitativa, de intervalo y continua, cuyos valores fueron registrados en grados Celsius (°C) y en determinados momentos durante la técnica. Para la fase “downpack” de la técnica de condensación de onda continua: T<sub>1</sub> (°C): luego de la primera activación; T<sub>2</sub> (°C): luego de la segunda activación (fase de separación); T<sub>3</sub> (°C): a los 30 segundos posteriores al inicio de la técnica;

T<sub>4</sub> (°C): a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica. Y para la fase “backfill” de la técnica de condensación de onda continua: t<sub>1</sub> (°C): luego de la activación; t<sub>2</sub> (°C): a los 30 segundos posteriores al inicio de la técnica; t<sub>3</sub> (°C): a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica.

b. Sistemas de obturación: Dos dispositivos de obturación radicular que replican las fases de downpack y backfill de la técnica de condensación de onda continua, a través de calor continuo, con el objetivo de lograr un sellado tridimensional del conducto radicular.

Se emplearon dos sistemas de obturación de onda continua, de dos marcas con mayor disponibilidad y comercialización en Perú.

Es una variable de tipo cualitativo, nominal, politómico, cuyos valores son: dispositivo Fi-P (Woodpecker), dispositivo Fi-G (Woodpecker), dispositivo Fast Pack (Eighteeth), dispositivo Fast Fill (Eighteeth).

### **Procedimientos y técnicas:**

Los procedimientos se realizaron teniendo como base el estudio de Diegritz et al (1). Se utilizaron 20 piezas premolares con raíz única y conducto único por grupo de evaluación, previa determinación de la morfología del conducto radicular a través de radiografías tomadas en película física en dirección ortorradial, mesiorradial y distorradial. El tejido blando y cálculo presente en las raíces de las piezas dentarias extraídas se eliminaron manualmente utilizando la cureta

periodontal Gracey N° 7-8 (Hu-Friedy, Chicago, EE.UU.), luego fueron conservadas en un frasco conteniendo solución salina al 0.9%. La muestra se estandarizó seccionando los especímenes con discos de diamante a nivel o debajo de la unión amelocementaria hasta obtener una longitud radicular de 16 mm; a fin de establecer una longitud de trabajo de 15 mm. Utilizando una lima ISO 10K (D-Perfect, Shenzhen, China) se permeabilizó y se realizó patencia en cada especimen y la longitud de trabajo fue corroborada retirando la lima en dirección coronal a 1mm a partir del foramen apical. El conducto se preparó manualmente hasta una lima ISO 20K de 21 mm (D-Perfect) y se conformó utilizando el sistema RC BLUE (D-Perfect), utilizando cada lima endodóntica para 6 casos, con el motor endodóntico Endo Radar Pro (Woodpecker, Guilin, China). Los conductos radiculares se ampliaron hasta el tamaño 40.06 (R40). La irrigación fue intermitentemente con 2 mL de NaOCl al 2.5%, posterior al uso de cada lima. El protocolo de irrigación final se realizó empleando la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) de 3mL de NaOCl al 2.5% y 1mL de EDTA al 17% para eliminar el barrillo dentinario, irrigando con agua destilada posterior al uso de ambas sustancias. Los conductos se secaron utilizando conos de papel con taper aumentado 40.06 (Spident, Incheon, Corea del Sur). Una vez concluida la preparación del conducto, se procedió con la obturación radicular, los especímenes fueron divididos en dos grupos de forma aleatoria. Grupo I: Obturados con el sistema Fi-P y Fi-G (Woodpecker), Grupo II: Obturados con el Sistema Fast Pack y Fast Fill (Eighteeth). La pieza dentaria fue sostenida por una prensa de mesa OPALUX modelo HY-7301, la cual fue aislada con teflón alrededor de la zona de sujeción para evitar el aumento de calor. La muestra fue introducida en una cámara climática

(I.N.G CAPESO S.A.C, Lima, Perú), como controlador de temperatura y humedad relativa, de intervalo de indicación de 10 °C a 40 °C / 40 %HR a 90 %HR y con estabilidad de  $\pm 0.5$  °C /  $\pm 1.5$  %HR; la cual fue adaptada a  $37\pm 0.5$  °C, simulando la temperatura corporal, esperando que luego de un breve periodo de tiempo, alcance un equilibrio de 37°C. Se empleó como cono maestro un cono de gutapercha 40.06 (Spident), el cual fue cortado 0.5 mm de la longitud de trabajo establecida. Se embadurnó el conducto radicular con una capa delgada de cemento sellador biocerámico NeoSEALER™ Flo (Avalon Biomed™) y se recubrió la punta del cono de gutapercha seleccionado, insertándolo dentro del conducto.

Se procedió a aplicar la fase downpack de la técnica de condensación de onda continua por cada sistema de obturación (Fi-P y Fast Pack), para ello se insertó la punta del equipo dentro del conducto y, en un único movimiento y en dirección apical, se realizó la primera activación durante 3 segundos, debiendo llegar hasta 4mm antes de la longitud de trabajo establecida; luego se desactivó el equipo durante 10 segundos (enfriamiento), sin dejar de compactar la gutapercha; finalmente, se activó el equipo por segunda vez durante de 1 segundo para retirar la punta (fase de separación), condensando con un compactador endodóntico manual Machtou 1/1 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Para este proceso se utilizó la punta de tamaño 40/0.025 para el dispositivo Fast Pack y la punta de tamaño 40/0.04 para el dispositivo Fi-P, ambos equipos configurados a 200 °C. A continuación, se procedió a aplicar la fase backfill de la técnica por cada sistema de obturación (Fi-G y Fast Fill), colocando la punta del equipo en el tope producido por la obturación apical, realizando la activación del equipo e inyectando la gutapercha de manera gradual hasta el tercio cervical del conducto. Para este

proceso se utilizó la punta de tamaño 23G para los dispositivos Fast Fill y Fi-G, ambos configurados a 200 °C. Respecto a la medición de la temperatura, se empleó una cámara termográfica (Fluke Ti10, Everett, EE.UU.), la cual mide la energía infrarroja convirtiendo los datos infrarrojos a una imagen electrónica, mostrando los cambios de temperatura de la superficie de la pieza dentaria medida. Para este fin, la cámara estuvo ubicada a 15 cm de la pieza dentaria, distancia mínima recomendada por el fabricante para lente térmica, y su campo de medición fue ajustado a nivel del tercio medio de la superficie radicular mesial. La medición de la temperatura se registró en cuatro momentos durante la fase downpack: la temperatura máxima registrada luego de la primera activación ( $T_1$ ), la temperatura máxima registrada luego de la segunda activación o fase de separación ( $T_2$ ), la temperatura a los 30 segundos posteriores al inicio de la técnica ( $T_3$ ), y la temperatura a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica ( $T_4$ ). Para este fin, se utilizó un cronómetro que fue encendido al iniciar la activación del equipo, para establecer un control del tiempo durante 60 segundos. En cuanto a la fase backfill, la medición de la temperatura se registró en tres momentos: la temperatura máxima registrada luego de la activación ( $t_1$ ), la temperatura a los 30 segundos posteriores al inicio de la técnica ( $t_2$ ), y la temperatura a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica ( $t_3$ ). Para ello, también se utilizó un cronómetro que fue encendido desde que se activó el equipo para inyectar la gutapercha, estableciendo un control del tiempo durante 60 segundos.

### **Aspectos éticos del estudio**

Este estudio se realizó luego de recibir la aprobación de la Unidad Integrada de Gestión de Investigación, Ciencia y Tecnología de las Facultades de Medicina, de Estomatología y de Enfermería, y posteriormente, la aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIE-UPCH).

Las piezas dentarias se obtuvieron del Servicio de Cirugía Oral de la Clínica Policial Especializada Odontológica S2 PNP “MSG”, las cuales fueron donadas por los pacientes y almacenadas en la misma clínica. La investigadora no tuvo contacto con los pacientes, las piezas dentarias fueron extraídas por motivos ajenos al estudio, por lo que no se tuvo conocimiento sobre a quién correspondió la muestra utilizada.

### **Plan de análisis**

Los datos se compilaron y fueron sometidos a análisis estadísticos que partieron de la descripción univariada y exploratoria, obteniendo los estadísticos descriptivos para cada sistema de obturación. El análisis de normalidad se realizó con el test de Shapiro-Wilk, encontrándose que algunos datos no siguieron una distribución normal, por lo que se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, la cual mostró que existieron diferencias significativas globales entre los grupos. Por ello, al observar diferencias significativas, se realizaron comparaciones múltiples post-hoc mediante el test de Dunn con corrección de Bonferroni, para ajustar el nivel de significancia y controlar el error tipo I. Se construyeron tablas de acuerdo a los objetivos y resultados obtenidos.

#### IV. RESULTADOS

En la Tabla 1, se evidencia que Fi-P en  $T_1$ , presentó una media de temperatura de  $49.8 \pm 4.62$  °C; aumentando la temperatura en  $T_2$ , con una media de  $53.1 \pm 5.39$  °C. Por otro lado, Fast Pack en  $T_1$ , presentó el valor más alto con una media de temperatura de  $55.6 \pm 7.73$  °C, asimismo, presentó un valor similar en  $T_2$  respecto a la media, con un valor de  $55.5 \pm 5.66$  °C.

En la Tabla 2, se evidencia que Fi-G en  $t_1$  presentó el valor más alto con una media de temperatura de  $53.2 \pm 3.41$  °C; por otro lado, Fast Fill presentó en  $t_1$  una media de temperatura de  $49.4 \pm 2.18$  °C.

En la tabla 3, la prueba de Dunn test con corrección Bonferroni para comparación múltiple post-hoc de los dispositivos Fi-P y Fast Pack, reveló que sólo hubo diferencia estadísticamente significativa en  $T_1$  (p-ajustado = 0.0136, < 0.05); lo cual significa que Fast Pack generó una temperatura máxima significativamente más alta que Fi-P luego de la primera activación durante la fase downpack de la técnica de condensación de onda continua.

En la tabla 4, la prueba de Dunn test con corrección Bonferroni para comparación múltiple post-hoc de los dispositivos Fi-G y Fast Fill, reveló que hubo diferencia estadísticamente significativa en  $T_1$  (p-ajustado = 0.0101, < 0.05) y en  $T_2$  (p-ajustado = 0.000165, < 0.05), lo cual significa que Fi-G generó una temperatura máxima significativamente más alta que Fast Fill, luego de la activación durante la fase backfill de la técnica de condensación de onda continua; asimismo, que Fi-G

generó significativamente una temperatura más alta que Fast Fill a los 30 segundos, respectivamente.

## V. DISCUSIÓN

Las técnicas de obturación del conducto radicular basadas en el calentamiento de la gutapercha, como la técnica de condensación de onda continua, en sus fases downpack y backfill, generan calor dentro del conducto hacia la superficie radicular externa, extendiéndose a los tejidos periodontales y hueso alveolar; siendo posible la injuria de los tejidos dependiendo del grado de transferencia térmica (24). Por lo tanto, es importante conocer la temperatura real que generan los sistemas que replican esta técnica de obturación y si sus valores se encuentran dentro de los márgenes de seguridad e inocuidad.

Existen diferentes sistemas que replican la técnica de condensación de onda continua, como Elements™ (Kerr), Touch'n Heat™ (Kerr), Calamus® Dual (Dentsply Sirona), System B™ (Kerr), Ultrafil®3D (Coltene Hygenic), los cuales han sido estudiados durante años respecto al calor que generan en la pieza dentaria y en los tejidos periodontales (11,25,26); sin embargo, su venta se ha limitado a otros países, no encontrándose disponibles en Perú. Actualmente, los sistemas más comercializados en Perú corresponden a Fi-P y Fi-G (Woodpecker) y a Fast Pack y Fast Fill (Eighteeth), no obstante, no existe ningún estudio realizado sobre la transferencia térmica que generan estos equipos a nivel de la superficie radicular externa de las piezas dentarias y su efecto sobre los tejidos periodontales.

En el presente estudio, respecto a los sistemas que replican la fase downpack de la técnica de onda continua, se halló que el dispositivo Fast Pack generó una mayor temperatura máxima en la superficie externa radicular de premolares, luego de la primera activación, a diferencia del dispositivo Fi-P, con una diferencia

estadísticamente significativa. En esa línea, bajo las mismas condiciones del presente estudio, Diegritz *et al.* (1), obtuvieron resultados similares luego de comparar los dispositivos System B™, Elements™ y B&L SuperEndo Alpha II; determinando que B&L generó la temperatura más alta sobre la superficie radicular de premolares y System B™, la temperatura más baja, ambos con diferencias estadísticamente significativas. Del mismo modo sucedió con los hallazgos de Mena-Álvarez *et al.* (27), quienes compararon los dispositivos Dia-Duo®, Elements Free® y Calamus®, utilizando una cámara termográfica (Testo 875-1®) para la medición de la temperatura, obteniendo que Elements Free® generó la temperatura más alta y Dia-Duo®, la más baja, ambos con diferencias estadísticamente significativas. Estos resultados evidencian que los sistemas de obturación presentan comportamientos térmicos considerablemente diferentes (28), posiblemente por su distinta potencia y capacidad de control térmico.

Por otro lado, el dispositivo Fi-P generó una temperatura máxima más alta en la superficie externa radicular de premolares luego de la segunda activación, a diferencia de la temperatura máxima generada luego de la primera activación, con una diferencia estadísticamente significativa. Este comportamiento térmico se explicaría porque, durante la segunda activación del equipo, la gutapercha está aún caliente y no se ha repuesto a la primera aplicación de calor, elevando aún más la temperatura hacia la superficie externa radicular por el calor acumulado. Este resultado se contrasta con el estudio de Külser *et al.* (12), quienes analizaron el aumento de temperatura en la región perirradicular al comparar la técnica de cono único, técnica Squirting, técnica de onda continua y técnica de Schilder; cuyos resultados exhibieron que la técnica de onda continua presentó el mayor aumento

de temperatura, con diferencias estadísticamente significativas, debido a que la gutapercha recibió calor durante dos fases, siendo después de la segunda activación (fase de separación), la fase que generó mayor aumento de temperatura en comparación con la primera. La investigación de Lipski (29) mostró el mismo resultado, al encontrar que la temperatura de la fase de separación representó la máxima temperatura obtenida al aplicar la técnica de onda continua con el dispositivo System B™ en incisivos y caninos mandibulares.

Durante la ejecución de este estudio, al replicar la técnica de onda continua, se evidenció que la demora de al menos un segundo adicional durante la activación del sistema, generó un incremento considerable en la temperatura registrada en la superficie radicular. En este sentido, lo descrito coincide con estudios como el de Mena-Álvarez J et al. (27), quienes sugirieron que el sistema de obturación no debe ser activado por más de 3 segundos por el riesgo de alcanzar temperaturas superiores al límite establecido. Por lo tanto, es necesario establecer un control estricto del tiempo de activación, de acuerdo al protocolo estandarizado para la técnica de onda continua, puesto que pequeñas variaciones pueden modificar significativamente la transferencia térmica.

En cuanto a los sistemas que replican la fase backfill de la técnica de onda continua, se halló que el dispositivo Fi-G generó una mayor temperatura máxima en la superficie externa radicular de premolares, a diferencia del dispositivo Fast Fill, con una diferencia estadísticamente significativa. Este hallazgo sugiere que Fi-G transfiere temperaturas más altas, lo que aparentemente podría ser una ventaja en cuanto a una mejor plasticidad y adaptación de la gutapercha en el conducto, generando menos espacios vacíos en la obturación; sin embargo, Vishwanath et al.

(30), demostraron que la plastificación óptima de la gutapercha ocurre entre 48 °C a 55 °C, es decir al pasar de la fase beta a la fase alfa, pero al producirse temperaturas mayores, dará lugar a la forma amorfa, la cual debería evitarse, dado que en esta fase se generan cambios físicos en la gutapercha e incluso una degradación en su composición. Esto resalta la necesidad de un control del calor para lograr una eficaz adaptabilidad del material sin comprometer sus propiedades.

Desde el punto de vista clínico, resulta relevante que los dispositivos Fast Pack y Fi-G, generen una mayor temperatura sobre la superficie radicular externa de premolares, en comparación con los dispositivos Fi-P y Fast Fill, respectivamente; debido a que se ha demostrado que un incremento de temperatura de hasta 10°C durante 1 minuto no es tan perjudicial, ya que se ha relacionado con cambios reversibles seguidos de reparación ósea normal, sin embargo, temperaturas más altas o un tiempo de aplicación más prolongado, podría ocasionar daño irreversible a los tejidos periodontales, como una osteonecrosis (1,23,24). En el presente estudio, la temperatura máxima generada por los dispositivos Fast Pack y Fi-G se incrementó en hasta 18 °C, sobrepasando el límite de seguridad de 10°C; sin embargo, dicho incremento no se mantuvo estable en el tiempo, sino que fue disminuyendo, llegando hasta 7°C a los 60 segundos.

En base a los incrementos de temperatura obtenidos, es importante considerar el estudio de Azmaz *et al.* (24), quienes utilizaron el sistema Elements™ para replicar las fases downpack y backfill de la técnica de onda continua, estableciendo un incremento de temperatura de 18 °C durante 10 segundos a nivel de la superficie radicular apical; encontrando que este incremento redujo de manera significativa la expresión del ARNm de los genes de las proteínas de estrés térmico y de las

proteínas mineralizadas asociadas a los tejidos del cemento. Esto se traduce en una disminución de la capacidad de defensa y en la mineralización del cemento que podría afectar la integridad radicular.

Por lo antes expuesto, los dispositivos Fi-P y Fast Fill podrían representar una ventaja en términos de seguridad con los tejidos periapicales; no obstante, ninguno de los sistemas evaluados superó los límites de riesgo reportados (28).

Por otro lado, es interesante destacar que la medición de la temperatura en piezas dentarias utilizando métodos como el termopar o la cámara termográfica, se han empleado en diferentes estudios en el tiempo, cada uno presentando características y ventajas diferentes, como lo evidencia el estudio de Mc Cullagh *et al.* (13), quienes mostraron que el termopar mide la temperatura en un único punto de la superficie radicular en un determinado momento, generando una medición delimitada y aislada, y que, para registrar valores reales, el contacto con dicha superficie debe ser lo más óptimo posible; por otro lado, la cámara termográfica posee la capacidad de medir temperaturas en una amplia superficie, permitiendo identificar distintos puntos con temperaturas extremas, así como obtener imágenes en tiempo real con una representación en color de los patrones de distribución del calor. Neto *et al.* (31) resaltaron que, aunque ambos métodos presentan limitaciones metodológicas, la cámara infrarroja, se asemejaría más a las condiciones que se encuentran en una situación clínica.

Una de las principales limitaciones del estudio fue el desarrollo de la investigación en condiciones *in vitro*, que difieren de las condiciones reales, sobre todo por la existencia de un flujo sanguíneo periodontal, el cual se ha reportado que presenta

capacidad de enfriamiento al disipar el calor producido por los sistemas de obturación (19,21); no obstante, actualmente se está intentando reproducir dichas condiciones en laboratorio sin el uso de softwares, como el estudio de Külser L *et al.* (12), con muy buenos resultados. Otra limitación del estudio tiene que ver con la estandarización de la muestra, sobre todo por la gran variación anatómica que presentan las piezas premolares; ya que, al registrar la transferencia de temperatura, podría tener cierta influencia la variación en la amplitud del conducto radicular y el espesor de las paredes. Asimismo, la pericia para aplicar las técnicas de obturación siguiendo los tiempos estrictos establecidos, puesto que la prolongación de al menos un segundo durante la activación de los sistemas, incrementaría considerablemente la temperatura, alterando los valores reales (27).

Como recomendaciones, se sugiere realizar estudios *in vitro* que incluyan principalmente un modelo de flujo sanguíneo periodontal y reproduzcan condiciones de temperatura de 37°C, para obtener resultados más reales y exactos. Asimismo, evaluar los incrementos de temperatura de los sistemas Fi-P, Fi-G, Fast Pack y Fast Fill, según los diferentes calibres de sus puntas, ya que estudios sugieren que las de mayor grosor generarían mayor calor. Además, se recomienda comparar la influencia térmica generada por los dispositivos Fi-P y Fast Pack en los cementos selladores de conductos radiculares más usados y comercializados en Perú, por la posible alteración en sus propiedades físicas.

## VI. CONCLUSIONES

- El dispositivo Fi-P generó una temperatura más alta en la superficie externa radicular de premolares luego de la segunda activación, a comparación de la temperatura generada luego de la primera activación, con una diferencia estadísticamente significativa, disminuyendo progresivamente a los 30 segundos y a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica.
- El dispositivo Fast Pack generó una temperatura similar en la superficie externa radicular de premolares luego de la segunda activación, a comparación de la temperatura generada luego de la primera activación, sin una diferencia estadísticamente significativa, disminuyendo progresivamente a los 30 segundos y a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica.
- El dispositivo Fi-G generó una temperatura máxima luego de la activación realizada, disminuyendo progresivamente a los 30 segundos y a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica.
- El dispositivo Fast Fill generó una temperatura máxima luego de la activación realizada, disminuyendo progresivamente a los 30 segundos y a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica.
- El dispositivo Fast Pack generó una temperatura más alta estadísticamente significativa, en la superficie externa radicular de premolares, a

comparación del dispositivo Fi-P, durante la fase downpack de la técnica de condensación de onda continua.

- El dispositivo Fi-G generó una temperatura más alta estadísticamente significativa, en la superficie externa radicular de premolares, a comparación del dispositivo Fast Fill, durante la fase backfill de la técnica de condensación de onda continua.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Diegritz C. Temperature changes on the root surface during application of warm vertical compaction using three different obturation units. *Odontology*. 2020;108(3):358-365.
2. Tomson RM, Polycarpou N, Tomson PL. Contemporary obturation of the root canal system. *Br Dent J*. 2014;216(6):315-22.
3. Gasner NS, Brizuela M. Endodontic materials used to fill root canals [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
4. Murray P. Root canal obturation. En: *A Concise Guide to Endodontic Procedures*. Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2015. p. 163–76.
5. Giudice-García A, Torres-Navarro J. Obturación en endodoncia - Nuevos sistemas de obturación: revisión de literatura. *Rev Estomatol Herediana*. 2011;21(3):166-174.
6. Chybowski et al. Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis. *J Endod*. 2018;44(6):941-945.
7. Gulabivala K, Ng YL. Factors that affect the outcomes of root canal treatment and retreatment-A reframing of the principles. *Int Endod J*. 2023;56(2):82-115.
8. Camilleri J. Sealers and warm gutta-percha obturation techniques. *J Endod*. 2015;41(1):72-8.
9. Qu W et al. Influence of Warm Vertical Compaction Technique on Physical Properties of Root Canal Sealers. *J Endod*. 2016;42(12):1829-1833.

10. Swathika B, Basheer SN, Sriram S, Rajmohan S, Murugesan S, Subramani SK. Comparing Warm and Cold Gutta-Percha Techniques for Root Canal Filling: An In Vitro Study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2024;16(3):2694-2696.
11. Hegde VR, Jain PB, Bhagat PS. Assessment of heat transfer to periodontal tissues and stress distribution in a tooth with simulated internal resorption cavities at different root levels using two thermoplasticized obturation systems – A finite element analysis study. *Endodontology.* 2022;34(4): 275 - 281.
12. Külser L, Saban T, Braun A, Wenzler JS. In Vitro Evaluation of Root Surface Temperature Using Different Endodontic Filling Techniques. *Appl Sci.* 2024;14(21):9830
13. Mc Cullagh JJP, Setchell DJ, Hussey DL, Biagioni P, Lamey PJ, Bailey G. A comparison of thermocouple and infrared thermographic analysis of temperature rise on the root surface during the continuous wave of condensation technique. *Int Endod J.* 2000;33(4):326-32.
14. Buchanan LS. Continuous wave of condensation technique. *Endod Prac.* 1998;1(4):7-10, 13-6, 18.
15. Estrada MM, López BA. Do thermoplastic materials improve the obturation of the root canal? Bibliographic review of the different techniques available in the market. *J Dent Health Oral Disord Ther.* 2018;9(1):23-28.
16. Roberts HW, Kirkpatrick TC, Bergeron BE. Thermal analysis and stability of commercially available endodontic obturation materials. *Clin Oral Invest.* 2017; 21: 2589–2602.
17. Arumugam C, Ashok R, Ramesh SR, Kalaiselvam R, Soundararajan K, Rajendran MR. External Root Surface Temperature Control with 1,1,1,2-

- Tetrafluoroethane Intracanal Cryotherapy during Thermoplastic Obturation: An In Vitro Study. *J Contemp Dent Pract.* 2023;24(7):419-423.
18. Qu W et al. Real temperature of the continuous-wave pluggers. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2015;47(5):834-7
  19. Cen R, et al. Periodontal Blood Flow Protects the Alveolar Bone from Thermal Injury during Thermoplasticized Obturation: A Finite Element Analysis Study. *J Endod.* 2018;44(1):139-144.
  20. Viapiana R, Baluci CA, Tanomaru-Filho M, Camilleri J. Investigation of chemical changes in sealers during application of the warm vertical compaction technique. *Int Endod J.* 2015;48(1):16-27.
  21. Zhang J, Liu J, Cen R, Hu F. Finite element analysis of the effects of periodontal tissue temperature by continuous wave technique. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2021;39(4):447–452
  22. Podolak B, Nowicka A, Woźniak K, Szyszka-Sommerfeld L, Dura W, Borawski M, et al. Root Surface Temperature Increases during Root Canal Filling In Vitro with Nd:YAG Laser-Softened Gutta-Percha. *J Healthc Eng.* 2020;8828272.
  23. Beraldo DZ, Pereira KF, Yoshinari FM, Pinto JO, de Abreu Mateus TH, Zafalon EJ. Temperature Changes on External Root Surfaces with the Use of Several Thermoplastic Filling Techniques. *J Endod.* 2016;42(7):1131-4.
  24. Azmaz NT, Bozkurt SB, Hakki SS, Belli S. Warm Gutta-Percha Techniques Regulate Cell Viability, Heat Shock, and Mineralized Tissue-associated Proteins of Cementoblasts. *J Endod.* 2020;46(7):957-963.

25. Lee F, Van Cura J, Begole E. A comparison of root surface temperatures using different obturation heat sources. *J Endod.* 1998; 24(9):617-20.
26. Silver G, Love R, Purton D. Comparison of two vertical condensation obturation techniques: Touch'n Heat modified and System B. *Int Endod J.* 1999;32(4):287-95.
27. Mena-Álvarez J, Ruiz-Barrio M, Quispe-López N, Pedro-Muñoz A, Rico-Romano C. Comparative Analysis of Temperature Variation with Three Continuous Wave Obturation Systems in Endodontics: An In Vitro Study. *Appl Sci.* 2022;12(12): 6229.
28. Uzal M, Aranguren J, Pérez AR, Ramírez-Muñoz A, Navarrete N. Thermal Behavior Variations among Commercial Gutta-percha Brands: An Optical Thermography Study. *Iran Endod J.* 2025;20(1): e16.
29. Lipski M. Root surface temperature rises during root canal obturation, in vitro, by the continuous wave of condensation technique using System B HeatSource. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(4):505-510
30. Vishwanath V, Rao M. Gutta-percha in endodontics - A comprehensive review of material science. *J Conserv Dent.* 2019;22(3):216–222.
31. Neto JC, Suassuna FC, Silva DF, Firmino RT, Bento PM, De Melo DP. External root thermal analysis of three different obturation techniques. *J Clin Exp Dent.* 2024;16(1):e42-e50.

## VIII. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

**Tabla 1.** Cambios de temperatura (CT) según el tiempo de medición, durante la aplicación de la fase downpack de la técnica de condensación de onda continua, utilizando los dispositivos Fi-P y Fast Pack.

Dispositivos de obturación	CT	Cambios de temperatura			
		Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Fi-P	T <sub>1</sub>	49.8	4.62	42.3	60.3
Fi-P	T <sub>2</sub>	53.1	5.39	47	65.7
Fi-P	T <sub>3</sub>	47.8	3.59	44	57.8
Fi-P	T <sub>4</sub>	42.4	1.82	40.1	47.6
Fast Pack	T <sub>1</sub>	55.6	7.73	46.4	75.4
Fast Pack	T <sub>2</sub>	55.5	5.66	48.5	71.3
Fast Pack	T <sub>3</sub>	49.2	4.50	43	62.5
Fast Pack	T <sub>4</sub>	44.0	2.33	40.8	50.9

Nota: T<sub>1</sub>: Temperatura máxima luego de la primera activación, T<sub>2</sub>: Temperatura máxima luego de la segunda activación, T<sub>3</sub>: Temperatura a los 30 segundos posteriores al inicio de la técnica, T<sub>4</sub>: Temperatura a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica.

**Tabla 2.** Cambios de temperatura (CT) según el tiempo de medición, durante la aplicación de la fase backfill de la técnica de condensación de onda continua, utilizando los dispositivos Fi-G y Fast Fill.

Dispositivos de obturación	CT	Cambios de temperatura			
		Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Fi-G	t <sub>1</sub>	53.2	3.41	47	59
Fi-G	t <sub>2</sub>	47.0	1.99	44.4	52.1
Fi-G	t <sub>3</sub>	41.9	1.21	40	44.4
Fast Fill	t <sub>1</sub>	49.4	2.18	45.7	53
Fast Fill	t <sub>2</sub>	44.8	1.40	42.8	47.8
Fast Fill	t <sub>3</sub>	41.8	1.17	39.4	43.8

Nota: t<sub>1</sub>: Temperatura máxima luego de la activación, t<sub>2</sub>: Temperatura a los 30 segundos posteriores al inicio de la técnica, t<sub>3</sub>: Temperatura a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica.

**Tabla 3.** Análisis de significancia estadística de los cambios de temperatura (CT) según el tiempo de medición, durante la aplicación de la fase downpack de la técnica de condensación de onda continua, al comparar los dispositivos Fi-P y Fast Pack.

<b>Dunn test con corrección Bonferroni</b>			
<b>CT</b>	<b>Estadístico Z</b>	<b>p-valor</b>	<b>p-ajustado</b>
T <sub>1</sub>	-3.05	2.27e-03	1.36e-02
T <sub>2</sub>	-1.09	2.75e-01	1.00
T <sub>3</sub>	-0.534	5.93e-01	1.00
T <sub>4</sub>	-2.53	1.14e-02	6.84e-02

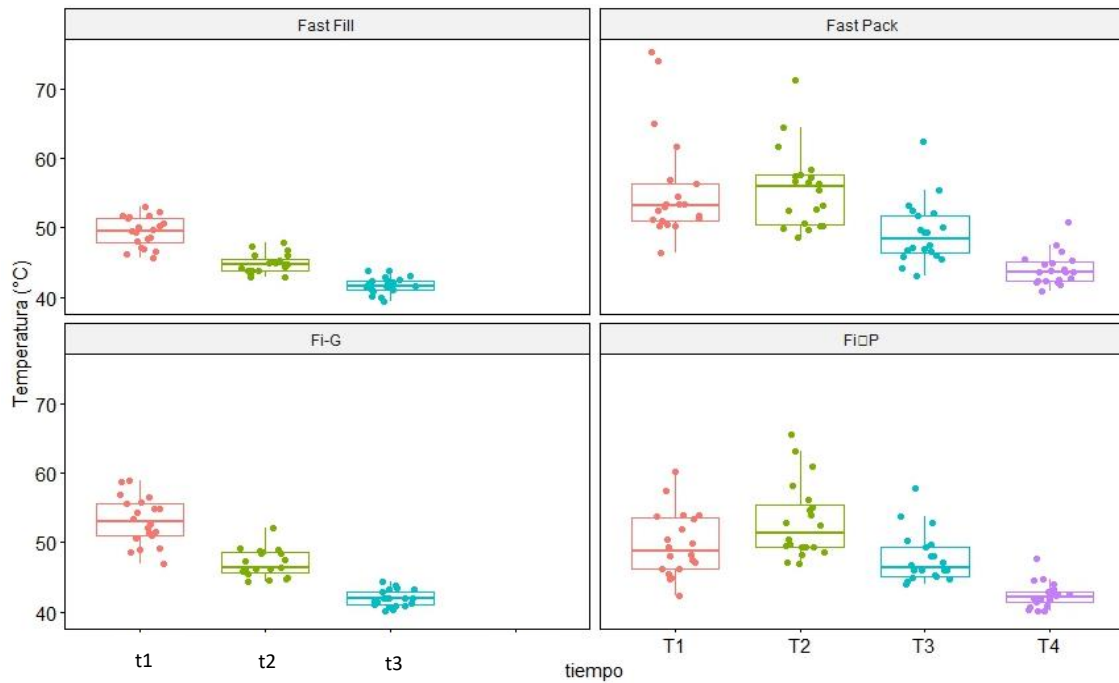
Nota: T<sub>1</sub>: Temperatura máxima luego de la primera activación, T<sub>2</sub>: Temperatura máxima luego de la segunda activación, T<sub>3</sub>: Temperatura a los 30 segundos posteriores al inicio de la técnica, T<sub>4</sub>: Temperatura a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica.

**Tabla 4.** Análisis de significancia estadística de los cambios de temperatura (CT) según el tiempo de medición, durante la aplicación de la fase backfill de la técnica de condensación de onda continua, al comparar los dispositivos Fi-G y Fast Fill.

<b>Dunn test con corrección Bonferroni</b>			
<b>CT</b>	<b>Estadístico Z</b>	<b>p-valor</b>	<b>p-ajustado</b>
t <sub>1</sub>	3.14	1.69e-03	1.01e-02
t <sub>2</sub>	4.58	2.75e-05	1.65e-04
t <sub>3</sub>	0.0647	9.48e-01	1.00

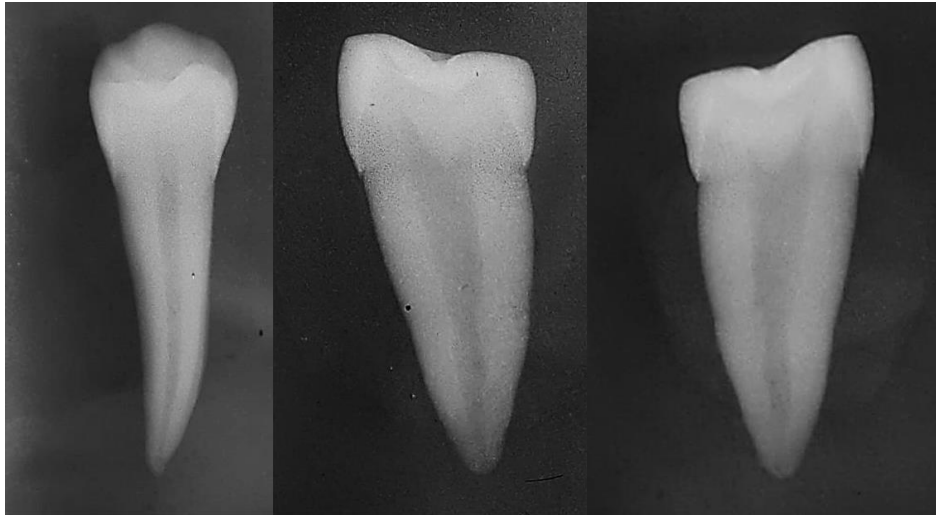
Nota: t<sub>1</sub>: Temperatura máxima luego de la activación, t<sub>2</sub>: Temperatura a los 30 segundos posteriores al inicio de la técnica, t<sub>3</sub>: Temperatura a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica.

**Gráfico 1.** Boxplots con superposición de puntos individuales para representar los cambios de temperatura (°C), de acuerdo al tiempo de medición por dispositivo de obturación.

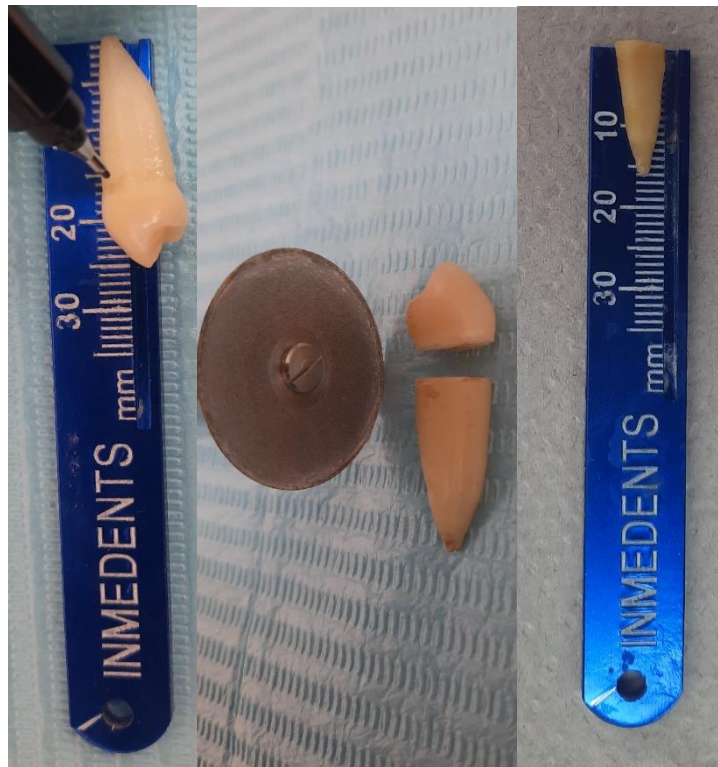


Nota: t<sub>1</sub>: Temperatura máxima luego de la activación, t<sub>2</sub>: Temperatura a los 30 segundos posteriores al inicio de la técnica, t<sub>3</sub>: Temperatura a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica, T<sub>1</sub>: Temperatura máxima luego de la primera activación, T<sub>2</sub>: Temperatura máxima luego de la segunda activación, T<sub>3</sub>: Temperatura a los 30 segundos posteriores al inicio de la técnica, T<sub>4</sub>: Temperatura a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica.

**Figura 1.** Determinación de la morfología del conducto radicular de premolares a través de radiografías periapicales en película física en dirección ortorradiaral, mesiorradial y distorradiaral.



**Figura 2.** Estandarización de la muestra hasta obtener una longitud radicular de 16 mm y una longitud de trabajo de 15 mm.



**Figura 3.** Cámara termográfica (Fluke Ti10) para determinar los cambios de temperatura en la superficie radicular externa de la muestra.



**Figura 4.** Sistema de obturación Fi-P y Fi-G (Woodpecker) para replicar las fases downpack y backfill de la técnica de onda continua.



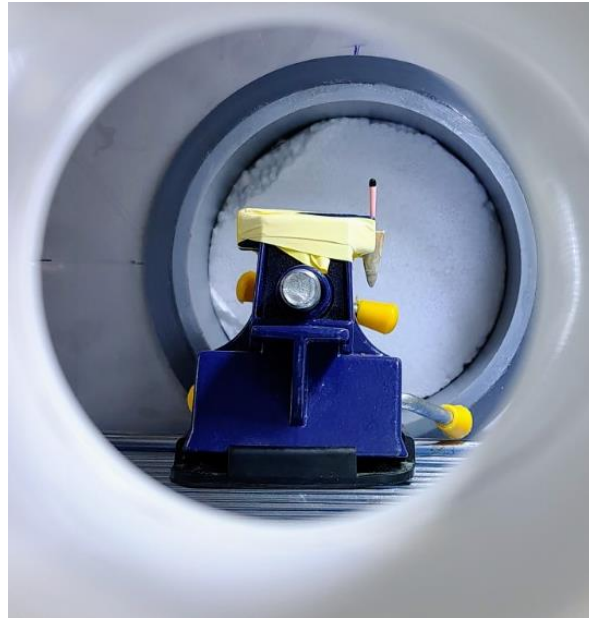
**Figura 5.** Sistema de obturación Fast Pack y Fast Fill (Eighteenth) para replicar la fase downpack y backfill de la técnica de onda continua.



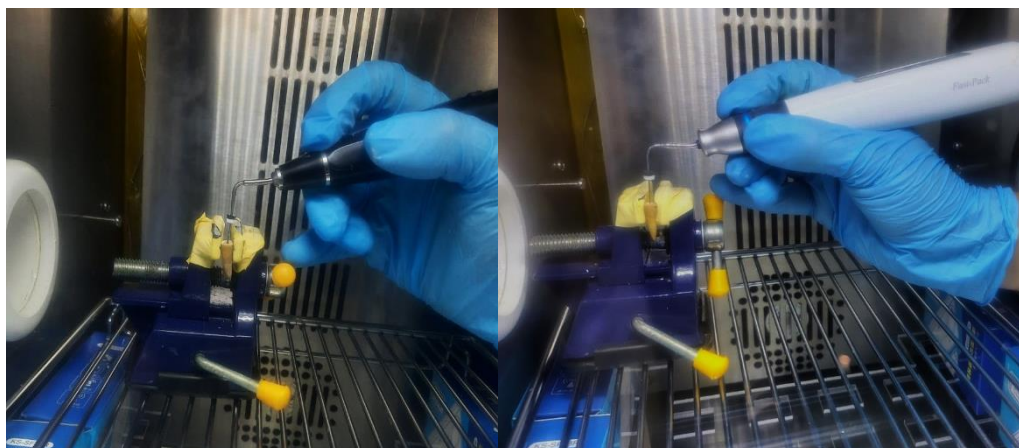
**Figura 6.** Medición de los cambios de temperatura durante la aplicación de la técnica de condensación de onda continua dentro de la cámara climática (I.N.G CAPESO S.A.C) adaptada a  $37\pm 0.5$  °C, utilizando una cámara termográfica (Fluke Ti10) y un cronómetro (lado izquierdo).



**Figura 7.** Vista de la superficie radicular mesial de la pieza dentaria sostenida por la prensa de mesa, luego introducirse en la cámara climática (I.N.G CAPESO S.A.C).



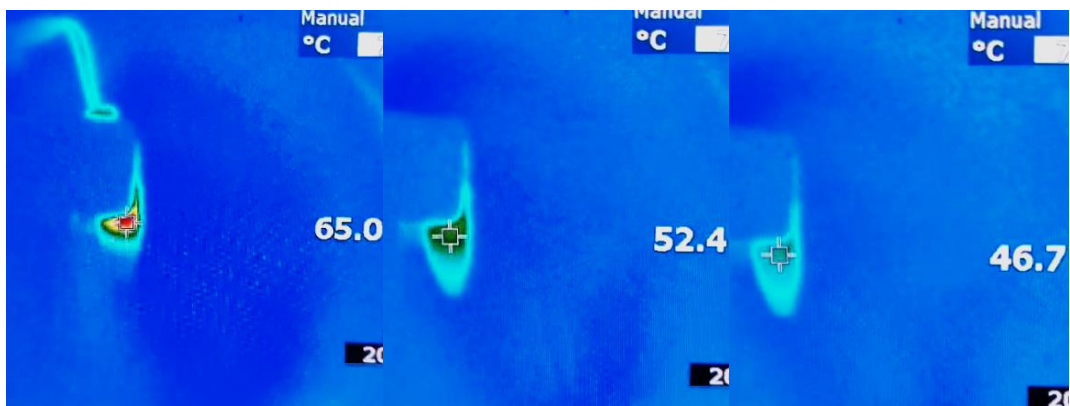
**Figura 8.** Replicación de la fase downpack de la técnica de condensación de onda continua utilizando los dispositivos Fi-P (Woodpecker) y Fast Pack (Eighteeth).



**Figura 9.** Replicación de la fase backfill de la técnica de condensación de onda continua utilizando los dispositivos Fi-G (Woodpecker) y Fast Fill (Eighteenth).



**Figura 10.** Cambios de temperatura registrados en la cámara termográfica (Fluke Ti10) luego de la activación del dispositivo, a los 30 segundos posteriores al inicio de la técnica y a los 60 segundos posteriores al inicio de la técnica.



## ANEXOS

### Anexo 01. Cálculo del tamaño muestral

Cálculo a priori utilizando el software RStudio y el paquete “pwr”, empleando los siguientes parámetros:

- **Número de grupos (k): 2** (*correspondientes a los sistemas de obturación evaluados*)

- **Tamaño del efecto esperado (f): 0.25**  
(*corresponde a un tamaño de efecto moderado, estimado a partir de estudios previos que reportaron diferencias clínicamente significativas entre técnicas de obturación térmica*).

- **Nivel de significancia ( $\alpha$ ): 0.05**

- **Poder estadístico deseado ( $1 - \beta$ ): 0.80**

El cálculo se realizó con el siguiente comando en R:

```
pwr.anova.test(k = 2, f = 0.25, sig.level = 0.05, power = 0.80)
```

El resultado indicó un tamaño muestral requerido de:

**n = 19.88  $\approx$  20 participantes por grupo**

Este tamaño muestral asegura que el estudio tendrá una probabilidad del 80% de detectar diferencias estadísticamente significativas entre los grupos si estas realmente existen, y con una probabilidad del 5% de cometer un error tipo I (falso positivo).

Balanced one-way analysis of variance power calculation

k = 2

n = 19.88011

f = 0.25

sig.level = 0.05

power = 0.8

NOTE: n is number in each group

**Anexo 02.** Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPOS	ESCALA	VALORES
Cambios de temperatura en la superficie radicular	Elevación de la temperatura en la superficie externa de la raíz de una pieza dentaria por la aplicación de una fuente de calor dentro del conducto radicular.	Temperatura en grados Celsius registrada por la cámara termográfica según el nivel de radiación infrarroja detectado en la superficie radicular externa mesial de la pieza premolar, en momentos determinados durante la técnica de obturación.	Cuantitativo	Intervalo Continua	<p>- <i>Downpack</i>:            T<sub>1</sub> (°C): T° máxima luego de la primera activación.            T<sub>2</sub> (°C): T° máxima luego de la segunda activación            T<sub>3</sub> (°C): T° a los 30 s posteriores al inicio de la técnica.            T<sub>4</sub> (°C): T° a los 60 s posteriores al inicio de la técnica</p> <p>- <i>Backfill</i>:            t<sub>1</sub> (°C): T° máxima luego de la activación.            t<sub>2</sub> (°C): T° a los 30 s posteriores al inicio de la técnica.            t<sub>3</sub> (°C): T° a los 60 s posteriores al inicio de la técnica.</p>
Sistemas de obturación	Dos dispositivos de obturación radicular que replican las fases downpack y backfill de la técnica de condensación de onda continua, a través de calor continuo, con el objetivo de lograr un sellado tridimensional del conducto radicular.	Dos sistemas de obturación de onda continua, de dos marcas con mayor disponibilidad y comercialización en Perú.	Cualitativo	Nominal	<p>-Dispositivo Fi-P (Woodpecker)            -Dispositivo Fi-G (Woodpecker)            -Dispositivo Fast Pack (Eighteeth)            -Dispositivo Fast Fill (Eighteeth)</p>

## Anexo 02. Constancia de aprobación del Comité Institucional de Ética en Investigación.



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

### CONSTANCIA-CIEI-77-8-25

El Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia hace constar que el proyecto de investigación señalado a continuación fue APROBADO por el Comité Institucional de Ética en Investigación, bajo la categoría de revisión EXENTO. La aprobación será informada en la sesión más próxima del comité.

Título del Proyecto : "EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA EN LA SUPERFICIE EXTERNA RADICULAR DE PREMOLARES AL UTILIZAR DOS SISTEMAS DE OBTURACIÓN CON LA TÉCNICA DE ONDA CONTINUA E INYECCIÓN DE GUTAPERCHA TERMOPLASTIFICADA"

Código SIDISI : 214557

Investigador(a) principal(es) : Narro Sebastian Fraysy Graciela

La aprobación incluyó los documentos finales descritos a continuación:

1. Protocolo de investigación, versión 1.0 de fecha 26 de diciembre del 2024.

La APROBACIÓN considera el cumplimiento de los estándares de la Universidad, los lineamientos científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo investigador y la confidencialidad de los datos, entre otros.

Cualquier enmienda, desviaciones, eventualidad deberá ser reportada de acuerdo a los plazos y normas establecidas. La categoría de EXENTO es otorgado al proyecto por un periodo de cinco años en tanto la categoría se mantenga y no existan cambios o desviaciones al protocolo original. El investigador está exonerado de presentar un reporte del progreso del estudio por el periodo arriba descrito y sólo alcanzará un informe final al término de éste. La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente documento hasta el Miércoles 13 de febrero del 2030.

*El presente proyecto de investigación sólo podrá iniciarse después de haber obtenido la(s) autorización(es) de la(s) institución(es) donde se ejecutará.*

Si aplica, los trámites para su renovación deberán iniciarse por lo menos 30 días previos a su vencimiento.

Lima, 13 de febrero del 2025



---

Manuel Raul Perez Martinot  
Presidente  
Comité Institucional de Ética en Investigación  
Universidad Peruana Cayetano Heredia

Av. Honorio Delgado 430  
San Martín de Porres  
Apartado postal 4314  
319 0000 Anexo 201355  
orve.ciei@oficinas-upch.pe  
www.cayetano.edu.pe

Comité Institucional de  
Ética en Investigación

### Anexo 03. Constancia de ejecución en el Laboratorio de Materiales Dentales - UPCH.

Código SIDISI: 214557

Título Completo del Proyecto: "EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA EN LA SUPERFICIE EXTERNA RADICULAR DE PREMOLARES AL UTILIZAR DOS SISTEMAS DE OBTURACIÓN CON LA TÉCNICA DE ONDA CONTINUA E INYECCIÓN DE GUTAPERCHA TERMOPLASTIFICADA".

Nombre del Investigador Principal: Fraysy Graciela Narro Sebastián

#### Declaración del Jefe de la Unidad Operativa<sup>1</sup> en la que se llevará a cabo el estudio

Certifico que mi área operativa ha tomado conocimiento de este proyecto según nuestros procedimientos internos, y nos comprometemos a canalizarlo y apoyar las gestiones que fueran necesarias dentro de las normas vigentes, dentro de la ley y de las normas nacionales e internacionales para la realización de proyectos de investigación.

Certifico además, que el investigador principal y sus colaboradores tienen la competencia necesaria para su realización

*(Podrá incluirse tantas áreas operativas como fuera necesario, un formulario por cada una)*

Nombre del Jefe del Área Operativa:	Mg. Leyla Delgado Cotrina
Área Operativa:	Laboratorio de materiales dentales
Firma y sello:  	Fecha: 07 de febrero del 2025

<sup>1</sup> Jefe del Departamento Académico o Jefe del Laboratorio(s) o Jefe de Unidad de Investigación de la unidad de gestión para proyectos en UPCH. Para unidades operativas externas a UPCH, debe ser la persona con la responsabilidad de dar autorizaciones.

## Anexo 04. Certificado de calibración de la cámara termográfica Fluke Ti-10

INGENIERIA Y LABORATORIO DE METROLOGIA DE ELECTRICIDAD



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

#### CCA - 046924 - 2024

FECHA DE EMISIÓN: 2024-11-19

Página 1 de 2

**SOLICITANTE :** ALOR INNOVA S.A.C

**DIRECCIÓN :** Av. Los Alisos 1023. Piso 2. Urb. Micaela Bastidas. Los Olivos - Lima

**INSTRUMENTO :** CÁMARA TERMOGRÁFICA

**Marca :** FLUKE

**Modelo :** TI10

**N° de serie :** 25256025

**Tipo :** Digital

**Alcance de escala :** -20 a 250 °C

**Fecha de calibración :** 2024-11-19

ALOR INNOVA SAC, es un laboratorio de Calibración y certificación de equipos de medición basada a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

ALOR INNOVA SAC, brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizado la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad como armas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Realizadas en el laboratorio de ALOR INNOVA SAC.  
Ubicado en Calle Gonzalo Pizarro 180. Of. 401. San Miguel.

**MÉTODOS DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro calibrador patrón según procedimiento.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21.4 °C	21.5 °C
HUMEDAD RELATIVA	67.8%	67.3%





JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO ELECTRICISTA  
Reg. CIP N° 151688

ALOR INNOVA SAC, no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la Calibración declarados en el presente documento.

🏠 Av. Los Alisos 1023 - Of. 201 – Los Olivos, Lima 39, Perú

☎ +51 986615305

✉ dortiz@alorinnova.com

🌐 www.alorinnova.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE ALOR INNOVA S.A.C.