



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

VARIACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LÍMITE ELÁSTICO DE LOS CONOS DE GUTAPERCHA SOMETIDOS A SOLUCIONES DE DESINFECTANTES ALMACENADOS EN DIFERENTES TEMPERATURAS: IN VITRO

Línea de investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora

Escalante Araujo, Wendy Yanela

Asesor

Alvitez Temoche, Daniel Augusto

ORCID: 0000-0002-3337-4098

Jurado

García Rupaya, Carmen Rosa

Gómez Cortez, Pedro Luis

Mayta Tovalino, Frank Roger

Lima - Perú

2026

VARIACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LÍMITE ELÁSTICO DE LOS CONOS DE GUTAPERCHA A SOLUCIONES DE DESINFECTANTES ALMACENADOS EN DIFERENTES TEMPERATURAS: INVITRO

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUD

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2

Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal

Trabajo del estudiante

3

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

4

core.ac.uk

Fuente de Internet

5

ri-ng.uaq.mx

Fuente de Internet

6

www.researchgate.net

Fuente de Internet

7

www.coursehero.com

Fuente de Internet

8

fr.slideshare.net

Fuente de Internet

9

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Trabajo del estudiante

10

repositorio.uchile.cl

Fuente de Internet

11

repositorio.unfv.edu.pe:8080

Fuente de Internet

12

Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia

Trabajo del estudiante

13

1library.co

Fuente de Internet

14

Susan Kiara Gómez Kasimoto, Pedro Luis Tinedo López, Carmen Rosa García Rupaya.
"Comparación del sellado apical del cono de gutapercha según tipo de foramen en



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

VARIACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LÍMITE ELÁSTICO DE LOS
CONOS DE GUTAPERCHA SOMETIDOS A SOLUCIONES DE DESINFECTANTES
ALMACENADOS EN DIFERENTES TEMPERATURAS: IN VITRO

Línea de investigación

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora

Escalante Araujo, Wendy Yanela

Asesor

Alvitez Temoche, Daniel Augusto

ORCID: 0000-0002-3337-4098

Jurado

García Rupaya, Carmen Rosa

Gómez Cortez, Pedro Luis

Mayta Tovalino, Frank Roger

Lima- Perú

2026

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante, por darme la fortaleza en los momentos más difíciles y por iluminarme en cada paso.

A mis padres, Jaime y Reyna, por su amor incondicional, por inculcarme el valor del esfuerzo y por apoyarme siempre. Este logro es fruto de sus sacrificios y de la confianza que depositaron en mí.

A mi hermana Xiomara, por ser una motivación constante y un rayo de luz en los días más exigentes.

A mi querida Petronila, por sus oraciones, su ternura y su sabiduría. Su amor fue un apoyo constante en todo este camino.

AGRADECIMIENTO

Un profundo agradecimiento a los docentes que conocí en la universidad cuya dedicación, conocimiento y vocación sentaron las bases de mi formación profesional. Gracias por sus enseñanzas, su paciencia y por motivarme a ejercer la odontología con compromiso y humanidad.

Agradezco a mis compañeros y amigas, por su apoyo y por compartir conmigo los retos y las alegrías de esta etapa. Cada momento vivido junto a ustedes hizo que este proceso fuera más valioso.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a quienes conocí en mi último tramo de formación, por enseñarme desde la práctica el sentido de nuestra profesión.

ÍNDICE

RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	2
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Objetivos.....	11
<i>1.3.1. Objetivo general.....</i>	<i>11</i>
<i>1.3.2. Objetivos específicos.....</i>	<i>11</i>
1.4. Justificación.....	12
<i>1.4.1. Teórico.....</i>	<i>12</i>
<i>1.4.2. Practico clínico.....</i>	<i>12</i>
1.5. Hipótesis.....	13
<i>1.5.1. Hipótesis general.....</i>	<i>13</i>
II. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	14
<i>2.1.1. Materiales de obturación en endodoncia.....</i>	<i>14</i>
<i>2.1.2. Gutapercha.....</i>	<i>15</i>
<i>2.1.3. Módulo de elasticidad y limite elástico.....</i>	<i>20</i>
III. MÉTODO.....	21
3.1. Tipo de investigación.....	21
3.2. Ámbito temporal y espacial.....	21
3.3. Variables.....	21
<i>3.3.1. Variables dependientes.....</i>	<i>21</i>
<i>3.3.2. Variables independientes.....</i>	<i>21</i>

3.3.3. Operacionalización de variables.....	21
3.4. Población y muestra.....	22
3.4.1. Población.....	22
3.4.2. Muestra.....	22
3.4.3. Unidad de análisis.....	23
3.4.4. Muestreo.....	23
3.4.5. Criterios de selección.....	23
3.5. Instrumentos.....	24
3.6. Procedimientos.....	24
3.6.1. Autorización.....	24
3.6.2. Lugar de estudio.....	24
3.6.3. Obtención y preparación de las muestras.....	24
3.6.4. Calibración y concordancia de medición.....	26
3.6.5. Prueba de elasticidad.....	26
3.7. Análisis de datos.....	26
3.8. Consideraciones éticas.....	27
IV. RESULTADOS	28
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES	41
VIII. REFERENCIAS.....	42
IX. ANEXOS.....	49
9.1. Anexo A.....	49
9.1.1. Autorización para el uso del laboratorio de Biología.....	49
9.2. Anexo B.....	50

9.2.1. Carta de presentación para el laboratorio de High Technology Laboratory.....	50
9.3. Anexo C.....	51
9.3.1. Norma ISO.....	51
9.4. Anexo D.....	62
9.4.1. Acta de aprobación del proyecto de investigación.....	62
9.5. Anexo E.....	63
9.5.1. Certificado de calibración del instrumento de medición.....	63
9.6. Anexo F.....	67
9.6.1. Formación y rotulado de los grupos experimentales.....	67
9.7. Anexo G.....	68
9.7.1. Almacenamiento de los 12 grupos experimentales en los controladores de frío.....	68
9.8. Anexo H.....	69
9.8.1. Certificado de calibración del termómetro infrarrojo.....	69
9.9. Anexo I.....	70
9.9.1. Certificado de calibración del termohigrómetro de indicación digital.....	70
9.10. Anexo J.....	73
9.10.1. Agentes desinfectantes.....	73
9.11. Anexo K.....	74
9.11.1. Desinfección de los 12 grupos experimentales.....	74
9.12. Anexo L.....	76
9.12.1. Certificado de calibración del cronómetro.....	76
9.13. Anexo M.....	77

9.13.1. Medición del diámetro de los conos de gutapercha.....	77
9.14. Anexo N.....	77
9.14.1. Certificado de calibración del pie de rey.....	77
9.15. Anexo Ñ.....	80
9.15.1. Ejecución de la prueba en la máquina de ensayo universal	80
9.16. Anexo O.....	80
9.16.1. Diagrama de tensión y deformación del cono de gutapercha.....	80
9.17. Anexo P.....	81
9.17.1. Ficha de recolección de datos	81
9.18. Anexo Q.....	82
9.18.1. Informe final de las 132 pruebas de tracción en conos de gutapercha.....	82
9.19. Anexo R.....	87
9.19.1. Matriz de consistencia.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Módulo de elasticidad de conos de gutapercha sometidos a agentes desinfectantes bajo diferentes temperaturas de almacenamiento.....	28
Tabla 2. Límite elástico de conos de gutapercha sometidos a agentes desinfectantes bajo diferentes temperaturas de almacenamiento.....	29
Tabla 3. Comparación del módulo de elasticidad de conos de gutapercha entre agentes desinfectantes para cada grupo de temperatura.....	31
Tabla 4. Comparación del límite elástico de conos de gutapercha entre agentes desinfectantes para cada grupo de temperatura.....	32
Tabla 5. Comparación del módulo de elasticidad de conos de gutapercha entre diferentes temperaturas para cada grupo de desinfectante.....	33
Tabla 6. Comparación del límite elástico de conos de gutapercha entre diferentes temperaturas para cada grupo de desinfectante.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Módulo de elasticidad de conos de gutapercha sometidos a agentes desinfectantes bajo diferentes temperaturas de almacenamiento.....	29
Figura 2. Límite elástico de conos de gutapercha sometidos a agentes desinfectantes bajo diferentes temperaturas de almacenamiento.....	30

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la variación del módulo de elasticidad y límite elástico de los conos de gutapercha sometidos a diferentes agentes desinfectantes almacenados en diferentes temperaturas. **Método:** Se diseñó un estudio experimental *in vitro*, aleatorizado y paralelo. Se seleccionaron 132 conos de gutapercha de calibre 25 y 6 % de conicidad, que fueron divididos en 9 grupos de experimentación y 3 grupos de control. Cada grupo fue almacenado en 3 diferentes temperaturas (-12 °C, 4 °C y 22 °C) por un mes y luego sometidos a los agentes desinfectantes: hipoclorito de sodio, clorhexidina y etanol-isopropanol. Se realizó el ensayo de tracción con una máquina universal y se recogieron datos de módulo de elasticidad y el límite elástico. El contraste de hipótesis se realizó con la prueba ANOVA de un factor y post hoc de Bonferroni. **Resultados:** Se muestra que el módulo elástico aumenta con el uso de hipoclorito de sodio y de clorhexidina, pero la diferencia no es significativa, sin embargo, al someterlo a etanol-isopropanol tiende a disminuir significativamente ($p < 0.05$). El tipo de desinfectante no altera el límite elástico. Respecto a la temperatura, influye significativamente en los grupos hipoclorito de sodio y etanol-isopropanol, donde a mayor temperatura el módulo de elasticidad disminuye significativamente ($p < 0.05$). Los desinfectantes no varían su límite elástico a diferentes temperaturas, pero sí en el grupo sin desinfección. **Conclusiones:** Los agentes desinfectantes influyen sobre el módulo de elasticidad, pero no sobre el límite elástico.

Palabras clave: gutapercha, desinfección, ensayos mecánicos, módulo elástico, límite elástico.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the variation of the modulus of elasticity and elastic limit of gutta-percha cones subjected to different disinfectant agents stored at different temperatures.

Method: A randomized, parallel, experimental *in vitro* study was designed. A total of 132 guttapercha cones, 25-gauge, 6 % tapered gutta-percha cones were selected and divided into 9 experimental groups and 3 control groups. Each group was stored at a different temperature: -12 °C, 4 °C and 22 °C, for one month. The cones were subjected to disinfectants: sodium hypochlorite, chlorhexidine, and ethanol-isopropanol. A universal testing machine was used to perform a tensile test on the cones and collect modulus of elasticity and elastic limit data. Hypothesis testing was performed using one-way ANOVA and Bonferroni post hoc tests.

Results: It is shown that the elastic modulus increases with the use of sodium hypochlorite and chlorhexidine, however this difference is not statistically significant. However, there was a significant decrease when the cones were subjected to ethanol-isopropanol, ($p < 0.05$). The type of disinfectant does not affect the elastic limit. Temperature significantly influences the elastic modulus which decreases at higher temperatures ($p < 0.05$). The elastic limit does not vary with temperature for the disinfectants, but it does for the group without disinfection. **Conclusions:** Disinfectants influence the modulus of elasticity, but not the elastic limit.

Keywords: gutta-percha, disinfection, mechanical tests, elastic modulus, elastic limit.

I. INTRODUCCIÓN

La gutapercha es un polímero termoplástico que se emplea de manera extensa en endodoncia para obturar y sellar los conductos radiculares (Schilder, 1967). La capacidad de este material para ajustarse a las irregularidades del conducto, junto con su estabilidad a largo plazo, resulta esencial para asegurar el éxito del tratamiento endodóntico (Ng et al., 2010). Sin embargo, la gutapercha al estar expuesta a diferentes agentes desinfectantes y a condiciones de almacenamiento variables, puede ver modificadas sus propiedades mecánicas.

El módulo de elasticidad y el límite elástico constituyen propiedades mecánicas esenciales de la gutapercha, ya que determinan su capacidad para resistir las fuerzas de compactación y lograr un sellado adecuado del conducto radicular (Friedman et al., 2005). Las variaciones en estos parámetros pueden afectar tanto la eficacia del tratamiento endodóntico como la durabilidad del sellado obtenido (Sundqvist et al., 1998).

En este contexto, la utilización de agentes desinfectantes se ha vuelto una práctica habitual para disminuir la carga microbiana presente en los conos de gutapercha (Gomes et al., 2004). Sin embargo, la exposición a estos compuestos puede modificar sus propiedades mecánicas, lo que potencialmente afectaría su capacidad de sellar de manera eficaz el conducto radicular.

Asimismo, la temperatura de almacenamiento puede afectar las propiedades mecánicas de la gutapercha, dado que los materiales termoplásticos son susceptibles a modificaciones en su estructura molecular y en sus características físicas según las variaciones térmicas (Callister y Rethwisch, 2014). Por lo tanto, es importante evaluar el efecto de la temperatura de almacenamiento en las propiedades mecánicas de la gutapercha sometida a diferentes agentes desinfectantes.

1.1. Descripción y formulación del problema

El tratamiento de conducto radicular constituye la principal alternativa para conservar las piezas dentarias preservando tanto su estructura como su función. Este procedimiento implica la eliminación del tejido pulpar comprometido y se desarrolla a través de diversas etapas preliminares, siendo la obturación la fase destinada a sellar el conducto y evitar el intercambio de fluidos entre el diente y los tejidos perirradiculares. Un manejo adecuado del proceso y la selección correcta de los materiales resultan esenciales para asegurar el éxito terapéutico y mejorar la tasa de supervivencia de los dientes tratados (Johnson y Kulild, 2011; Peters et al., 2024).

En la actualidad, se dispone de diversas alternativas para la obturación de conductos, entre ellas materiales a base de óxido de zinc-eugenol, formulaciones con hidróxido de calcio y puntas metálicas de plata o titanio. No obstante, la gutapercha continúa siendo el material de preferencia, especialmente entre los estudiantes en proceso de formación. Este material termoplástico se compone de materiales orgánicos como polímeros de gutapercha, ceras y resinas; y de materiales inorgánicos como óxido de zinc y metal sulfato (Dobrzańska et al., 2012; Janatta et al., 2021; Maniglia-Ferreira et al., 2005).

Aunque las puntas de gutapercha se comercializan en paquetes preesterilizados y listas para su uso, pueden contaminarse durante la manipulación o el almacenamiento, lo que incrementa el riesgo de contaminación cruzada y posible reinfección dentaria. Debido a que estas puntas pueden actuar como portadoras de microorganismos patógenos, se recomienda desinfectarlas antes del procedimiento de obturación con el fin de prevenir la introducción de contaminantes en los conductos radiculares (Nacif et al., 2017; Razeghi Jahromi et al., 2022).

El proceso de desinfección de las puntas de gutapercha se recomienda efectuarlo mediante inmersión en soluciones, dado que la aplicación de calor seco puede afectar sus propiedades y generar deformaciones. Las soluciones más efectivas son las de hipoclorito de

sodio, gluconato de clorhexidina, Iodopovidona entre otras (Carvalho et al., 2020; Chandrappa et al., 2014; Gomes et al., 2005; Pauletto et al., 2024; Salvia et al., 2011).

Dentro de las principales propiedades mecánicas relacionadas con su uso endodóntico se pueden mencionar al módulo de elasticidad y la resistencia a la tracción, siendo este último el parámetro más estudiado para evaluar el impacto en la superficie y propiedades de la gutapercha (Mahali et al., 2015; Naved et al., 2019; Rudranaik et al., 2024; Sabah et al., 2012; Vitali et al., 2019). Su capacidad de deformación termoplástica está relacionada con la elasticidad del material, y otras propiedades mecánicas, cuyos parámetros han sido establecidos para su adecuado uso en el tratamiento endodóntico (Khedmat et al., 2013; Vishwanath y Rao, 2019). Además, algunos factores externos como la temperatura y el tiempo de almacenaje de estos conos, podrían afectar el proceso de desinfección modificando su efecto sobre la elasticidad de los conos de gutapercha (Khedmat et al., 2013).

Considerando que las tasas de éxito del tratamiento endodóntico se deben en gran parte por la disminución de microorganismos y que los conos de gutapercha cumplen un papel fundamental en el proceso de sellado endodóntico, evitando el pase de microorganismo desde el entorno radicular a los tejidos periapicales, es importante garantizar no solo su correcta desinfección sino también su estabilidad fisicomecánica que permita mantener sus propiedades ideales. Los resultados de este estudio contribuirán a identificar los agentes desinfectantes y condiciones de almacenamiento que menos afectan las propiedades mecánicas de la gutapercha, lo que permitirá optimizar el proceso de desinfección y garantizar la eficacia del tratamiento endodóntico.

Por tal razón, formulo la pregunta ¿Cuál es la variación del módulo de elasticidad y límite elástico de los conos de gutapercha sometidos a soluciones de desinfectantes almacenados en diferentes temperaturas: *in vitro*?

1.2. Antecedentes

Salcedo (2024), en Perú, informó los resultados de la tesis cuyo objetivo fue comparar la resistencia a la tracción de conos de gutapercha con diferentes conicidades sometidos a desinfección con distintos agentes. Método: Se seleccionaron un total de 154 conos de gutapercha, los cuales se dividieron en dos grupos según su conicidad y, a su vez, en subgrupos de acuerdo con el desinfectante empleado: hipoclorito de sodio al 5 %, gluconato de clorhexidina al 1.5 % y etanol-isopropanol aplicados por diferentes tiempos. La resistencia a la tracción se evaluó mediante una máquina de ensayo universal siguiendo la norma ISO 527-1:2019-12. Resultados: Los conos de gutapercha que fueron sumergidos en hipoclorito de sodio presentaron la mayor resistencia a la tracción, seguidos por los tratados con clorhexidina, mientras que los expuestos a etanol-isopropanol obtuvieron los valores más bajos. Conclusión: La desinfección con etanol-isopropanol reduce significativamente la capacidad de los conos de gutapercha para resistir fuerzas traccionales.

Rudranaik et al. (2024) realizaron un estudio en la India con el objetivo de evaluar y comparar la resistencia a la tracción de conos de gutapercha sometidos a cuatro soluciones desinfectantes diferentes: hipoclorito de sodio al 3 %, jugo de *Aloe vera*, jugo de amla y pancha tulsí. Método: Un total de 50 conos de gutapercha del mismo tamaño, provenientes de 30 paquetes sellados, fueron distribuidos en cinco grupos experimentales. Cada grupo fue expuesto a desinfección por un minuto con los enjuagues seleccionados. Luego, se midió la resistencia a la tracción mediante una máquina de prueba traccional y la prueba de Brinell. Resultados: Se muestra que únicamente el grupo tratado con hipoclorito de sodio experimentó una disminución significativa en su resistencia, mientras que los demás enjuagues no afectaron este parámetro de manera relevante. Conclusión: El jugo de amla, *Aloe vera* y pancha tulsí son desinfectantes seguros que no comprometen la resistencia a la tracción de los conos de gutapercha, asegurando la integridad de su sellado.

Bellido-Guzmán et al. (2024) desarrollaron un estudio longitudinal en Perú cuyo objetivo fue comparar la resistencia a la tracción y el módulo de elasticidad de los conos de gutapercha sometidos a desinfección con hipoclorito de sodio al 2,5 % y 5,25 % durante 1, 5 y 10 minutos. Método: Consistió en dividir 45 conos de gutapercha en tres grupos. Cada grupo se subdividió según los tiempos de inmersión durante uno, cinco y diez minutos. Tanto el módulo elástico y la resistencia a la tracción se midieron con una máquina de prueba universal. Los datos se registraron en Microsoft Excel 2019 y se procesaron a través del programa SPSS versión 28.0. Resultados: Se observó que, a mayor concentración de hipoclorito de sodio, el módulo elástico se reduce considerablemente; pero no hubo diferencias significativas en la resistencia a la tracción y el módulo elástico. Conclusión: El aumento de concentración de hipoclorito reduce el módulo de elasticidad sin afectar la resistencia a la tracción de los conos de gutapercha, independiente del tiempo de inmersión.

Wani et al. (2023) realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar el impacto de desinfectantes naturales y químicos sobre las propiedades de los conos de gutapercha. Método: Se emplearon 60 conos de gutapercha, manipulados bajo condiciones asépticas y se dividieron en cuatro grupos: hipoclorito de sodio al 2.25 %, *Aloe vera*, clorhexidina al 2 % y un grupo control sin desinfección. Los conos fueron preparados y modificados, y posteriormente se colocaron en una máquina de ensayo mecánica universal para medir su resistencia a la tracción. Los cambios en la superficie se evaluaron mediante análisis de rugosidad con estereomicroscopía a 40X de magnificación. Resultados: La mayor resistencia a la tracción se dio en el grupo control sin desinfección con un valor de 17.43 MPa, siendo significativamente mayor al grupo tratado con *Aloe vera* con 12.56 MPa, clorhexidina con 12.05 MPa y al grupo de hipoclorito de sodio con 10.13 MPa ($p < 0.05$). Conclusión: La desinfección con hipoclorito de sodio podría reducir la resistencia a la tracción de los conos de gutapercha, mientras que el

Aloe vera se perfila como el desinfectante que menos afecta las propiedades de los conos de gutapercha.

Chamini et al. (2023) realizaron un estudio con el objetivo de investigar el impacto de diferentes agentes desinfectantes en la resistencia a la tracción y los defectos superficiales de los conos de gutapercha utilizados en procedimientos endodónticos. Método: Los agentes evaluados fueron gel de *Aloe vera* al 90 %, aceite de árbol de té al 2 %, clorhexidina al 2 % e hipoclorito de sodio al 5,25 %. Se compararon la resistencia a la tracción y los defectos superficiales entre los distintos grupos mediante análisis estadísticos. Resultados: El grupo control mostró la mayor resistencia a la tracción ($16,27 \pm 0,77$), mientras que el aceite de árbol de té al 2 % presentó la menor ($8,67 \pm 0,63$). El análisis de varianza unidireccional indicó diferencias estadísticamente significativas entre los grupos y las pruebas post hoc de Tukey revelaron diferencias significativas en la mayoría de las comparaciones por pares, excepto entre la clorhexidina al 2 % y el gel de *Aloe vera* al 90 %. En cuanto a defectos superficiales, el grupo con 2 % de aceite de árbol de té mostró la mayor cantidad, mientras que el de *Aloe vera* presentó la menor, y el grupo control no presentó defectos. Conclusión: El gel de *Aloe vera* se destacó como un desinfectante prometedor para los conos de gutapercha, ya que conserva su resistencia a la tracción y reduce al mínimo los defectos superficiales. Esto lo posiciona como una alternativa viable frente a los desinfectantes químicos habituales en la práctica endodóntica.

Guedes et al. (2021) realizaron un estudio *in vitro* con el objetivo de evaluar la eficacia de distintos agentes en la desinfección de conos de gutapercha utilizados durante la obturación endodóntica. Método: La muestra consistió en 45 conos de gutapercha de segunda serie (Dentsply®), divididos en dos momentos de análisis, una inicial y una final, que se dividió en tres grupos. G1 (agua destilada), G2 (hipoclorito de sodio) y G3 (clorhexidina). Cada grupo, excepto el grupo control recibió una solución desinfectante específica. En primera instancia, se evaluó la esterilidad de los conos en su empaque sellado y posteriormente se midió la reducción

de microorganismos tras la aplicación de las soluciones. Resultados: Se determinó que algunos paquetes sellados no garantizaban esterilidad, y que tanto el hipoclorito al 2,5 % como la clorhexidina al 2 % lograron desinfectar el 75 % de las muestras. Conclusión: La desinfección de los conos es necesaria aun en condiciones controladas, y las dos soluciones evaluadas se mostraron efectivas en su descontaminación.

Mishra et al. (2020) elaboraron un estudio con el objetivo de comparar y evaluar los cambios en el módulo de elasticidad de los conos de gutapercha después de su desinfección mediante hipoclorito de sodio al 5,25 % y una concentración de nanopartículas de plata de 50 µg/ml y 80 µg/ml, aplicadas durante tres tiempos de exposición. Método: Se seleccionaron aleatoriamente 90 conos de gutapercha, los cuales fueron recortados a 3 mm de su punta y fijados sobre una base de vidrio con adhesivo de cianoacrilato. Luego se distribuyeron en tres grupos, sometidos a inmersión por 1, 5 y 10 minutos; las puntas sin tratamiento funcionaron como control. Resultados: Existe una diferencia significativa entre los grupos. Conclusión: Aunque el hipoclorito de sodio es un agente eficaz para la desinfección, ocasionó modificaciones en la superficie y aumentó el módulo de elasticidad de la gutapercha. En contraste, las soluciones con nanopartículas de plata a 50 µg/ml y 80 µg/ml no alteraron sus propiedades físicas ni mecánicas.

Deshmukh et al. (2020) en la India, realizaron un estudio cuyo objetivo fue comparar el efecto del hipoclorito de sodio, clorhexidina y extractos de *Aloe vera* sobre la resistencia a la tracción de los conos de gutapercha. Método: Se emplearon 40 conos número 25 con una conicidad del 6 %, distribuidos en cuatro grupos: tres correspondientes a los agentes desinfectantes evaluados y un grupo control. La desinfección se efectuó siguiendo las recomendaciones del fabricante durante un minuto. La resistencia a la tracción se registró en newtons mediante una máquina de ensayos universales. Resultados: El hipoclorito de sodio fue el agente que produjo la mayor disminución de resistencia a la tracción, aunque no se

encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los grupos tratados con clorhexidina y *Aloe vera*. Conclusión: El extracto de *Aloe vera* no ocasionó cambios relevantes en la resistencia a la tracción de la gutapercha, por lo que se perfila como una alternativa segura para la desinfección de los conos.

Vitali et al. (2019) realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar la efectividad del hipoclorito de sodio al 1 % y 5,25 % con o sin surfactante en la desinfección de conos de gutapercha. Método: Se utilizaron 108 conos previamente contaminados con *Enterococcus faecalis*, que fueron expuestos durante 30 segundos o un minuto a las siguientes soluciones: hipoclorito al 1 %, hipoclorito al 1 % más cetrimida al 2 %, e hipoclorito al 5,25 % más cetrimida al 2 %. Además, se incluyeron dos grupos control. Posteriormente, los conos fueron incubados en tubos Eppendorf con caldo tripticasa de soja a 37 °C por 24 horas, evaluándose la turbidez como indicador de crecimiento microbiano. Resultados: Las soluciones de hipoclorito fueron efectivas tras un minuto de inmersión, sin diferencia entre usar o no surfactante. Conclusión: La adición de surfactante no afectó la capacidad de desinfección del hipoclorito, pero aparentemente el surfactante inhibe la deposición de cristales de cloruro de sodio en la superficie de los conos.

Naved et al. (2019) realizaron un estudio que tuvo como objetivo evaluar y comparar la resistencia a la tracción de las puntas de gutapercha después de someterlas a distintos agentes desinfectantes y a diversos tiempos de exposición. Método: Las puntas de gutapercha se desinfectaron empleando hipoclorito de sodio al 5,25 %, hipoclorito de calcio al 5,25 %, peróxido de hidrógeno al 10 % y gel de *Aloe vera* durante 20 segundos, 40 segundos y 1 minuto, exceptuando al grupo control. La resistencia a la tracción de la gutapercha se midió utilizando una máquina de prueba universal controlada por computadora. Los datos se analizaron estadísticamente mediante ANOVA unidireccional y la prueba post hoc de Tukey. Resultados: Todas las soluciones desinfectantes disminuyeron la resistencia a la tracción de los conos de

gutapercha. El gel de *Aloe vera* provocó la mayor disminución cuando el tiempo de exposición fue de 60 segundos, en comparación con 20 y 40 segundos. Conclusión: El hipoclorito de sodio, el hipoclorito de calcio y el peróxido de hidrógeno representan alternativas más seguras para la desinfección de los conos. Además, destacaron que los agentes desinfectantes pueden modificar las propiedades mecánicas de la gutapercha, lo que podría repercutir en el resultado clínico del tratamiento endodóntico.

Nausheen et al. (2019) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el efecto del hipoclorito de sodio (SH) al 5,25 %, el gel de *Aloe vera* (AV) al 90 % y la clorhexidina (CHX) al 2 % como soluciones desinfectantes sobre las propiedades físicas y mecánicas de la gutapercha. Método: Se obtuvieron 80 conos de gutapercha de tamaño F3 ProTaper de paquetes sellados en cuatro grupos diferentes. Los grupos experimentales se desinfectaron con SH al 5,25 %, gel de AV al 90 % y CHX al 2 %, excepto el grupo control. La resistencia a la tracción de los conos de gutapercha se midió en una máquina de prueba universal (Hitech Machine, Mumbai). y la textura de la superficie se analizó con un estereomicroscopio. Resultados: La resistencia a la tracción media, en orden de menor a mayor, fue de 9,13 para SH al 5,25 %, 13,05 para CHX al 2 %, 13,56 para AV al 90 % y 16,44 para el grupo control. El grupo de SH al 5,25 % presentó picaduras superficiales, mientras que el grupo control y el grupo AV mostraron picaduras insignificantes, mientras que el grupo CHX al 2 % mostró picaduras superficiales moderadas al microscopio estereoscópico. Conclusión: El gel de *Aloe vera* al 90 % puede considerarse un desinfectante más seguro para conos de gutapercha.

Mahali et al. (2015) desarrollaron un estudio con la finalidad de evaluar y comparar los valores de resistencia a la tracción y la influencia de la conicidad en la resistencia a la tracción de conos de gutapercha después de desinfectar con hipoclorito de sodio al 5,25 % y gel de *Aloe vera* al 90 %. Método: Se trabajó con 60 conos de tamaño 110 con conicidad del 2 %, 60 conos F3 ProTaper y 60 conos de tamaño 30 con conicidad del 6 %. Los grupos experimentales se

desinfectaron con gel de hipoclorito de sodio al 5,25 % y *Aloe Vera* al 90 %, excepto el grupo de control. La resistencia a la tracción se midió utilizando una máquina de prueba universal. Resultados: El hipoclorito de sodio provocó una disminución en la resistencia a la tracción de los conos, a diferencia del gel de *Aloe vera*, que no generó cambios estadísticamente significativos. Conclusión: El gel de *Aloe vera* al 90 % como desinfectante no altera la resistencia a la tracción de los conos de gutapercha.

Khedmat et al. (2013) realizaron un estudio con el objetivo de comparar las propiedades mecánicas de conos de gutapercha y el resilón almacenados en diferentes temperaturas. Método: Se eligieron al azar 100 conos de cada material y se dividieron en cuatro grupos: control, $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, donde permanecieron durante tres meses. Luego de un periodo de reposo de 24 horas, se evaluaron sus propiedades mediante una máquina universal, midiendo módulo de elasticidad, resistencia a la tracción y tasa de elongación. Resultados: La gutapercha presentó un módulo de elasticidad mayor que el resilón en todos los grupos. Las muestras conservadas a $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ mostraron valores mecánicos inferiores a las mantenidas a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ y al control ($p < 0.001$). Esta misma tendencia se evidenció para la resistencia a la tracción donde los grupos almacenados a bajas temperaturas mostraron menores valores ($p=0.002$), sin embargo, no hubo mucha diferencia de resistencia a la tracción de conos de gutapercha comparado con el resilón. La tasa de elongación no varió significativamente entre temperaturas ($p > 0.05$), pero fue mayor en el resilón. Conclusión: Los conos de gutapercha almacenados a temperaturas bajas de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ pueden mejorar sus propiedades mecánicas elásticas, mientras que el resilón en ambas condiciones de temperatura tanto ambiente como refrigeradas mantienen buenas propiedades.

Sabah et al. (2012) elaboraron un estudio que tuvo como propósito investigar el efecto del hipoclorito de sodio y clorhexidina usados como agentes desinfectantes en la textura superficial y propiedades mecánicas de conos de gutapercha a diferentes concentraciones e

intervalos de tiempo. Método: Se utilizaron 190 conos de gutapercha, distribuidos en grupos de 10 y sometidos a soluciones de hipoclorito de sodio al 1 %, 2.5 % y 5.25 %, así como a clorhexidina al 1 %, 1.5 % y 2 %, con inmersiones de 10, 15 y 20 minutos. La topografía superficial se evaluó mediante estereomicroscopía. Resultados: Las soluciones de hipoclorito al 2.5 % y 5.25 % reducen la resistencia a la tracción, aumentan el módulo de elasticidad, disminuyen el porcentaje de elongación, además de generar numerosas irregularidades en los conos después de 10, 15 y 20 minutos de desinfección. Conclusión: El hipoclorito al 1 % y la clorhexidina en concentraciones al 1 %, 1.5 % y 2 % pueden considerarse como las soluciones más seguras para la desinfección de los conos de gutapercha.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la variación del módulo de elasticidad y límite elástico de los conos de gutapercha sometidos a soluciones de desinfectantes almacenados en diferentes temperaturas: *in vitro*.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el módulo de elasticidad de conos de gutapercha sometidos a solución desinfectante de hipoclorito de sodio™ 5,25 %, a diferentes temperaturas de almacenamiento (-12 °C, 4 °C y 22 °C).

- Determinar el módulo de elasticidad de conos de gutapercha sometidos a solución desinfectante de gluconato de clorhexidina™ 2 % a diferentes temperaturas de almacenamiento (-12 °C, 4 °C y 22 °C).

- Determinar el módulo de elasticidad de conos de gutapercha sometidos a solución desinfectante de etanol-isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™) a diferentes temperaturas de almacenamiento (-12 °C, 4 °C y 22 °C).

- Determinar el límite elástico de conos de gutapercha sometidos a solución desinfectante de hipoclorito de sodio™ 5,25 %, a diferentes temperaturas de almacenamiento (-12 °C, 4 °C y 22 °C).

- Determinar el límite elástico de conos de gutapercha sometidos a solución desinfectante de gluconato de clorhexidina™ 2 % a diferentes temperaturas de almacenamiento (-12 °C, 4 °C y 22 °C).

- Determinar el límite elástico de conos de gutapercha sometidos a solución desinfectante de etanol-isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™) a diferentes temperaturas de almacenamiento (-12 °C, 4 °C y 22 °C).

1.4. Justificación

1.4.1. Teórico

Aumentar la evidencia y la comprensión de cómo el proceso de desinfección podría generar alteraciones estructurales en los conos de gutapercha los que podrían tener implicancias negativas en el proceso de sellado endodóntico, propósito fundamental para garantizar la tasa de éxito de los tratamientos de conductos radiculares. También, la importancia de identificar otros factores como la temperatura que podría interactuar con los desinfectantes y generar cambios significativos en las propiedades de los conos de gutapercha.

1.4.2. Práctico clínico

Basados en los hallazgos obtenidos, pueden ser usados como guías para seleccionar adecuadamente la solución desinfectante que por un lado garantice la correcta eliminación de microorganismos patógenos y por otro lado mitigar el impacto negativo en la estructura de los conos de gutapercha. Conocer el efecto de los desinfectantes sobre la elasticidad y otras propiedades, es crucial para garantizar que los conos de gutapercha no pierdan sus propiedades mecánicas importantes para garantizar el correcto sellado y por ende la eficacia del tratamiento endodóntico.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Existe variación del módulo de elasticidad y límite elástico de los conos de gutapercha sometidos a soluciones de desinfectantes almacenados en diferentes temperaturas: *in vitro*.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Materiales de obturación en endodoncia*

La obturación de los conductos radiculares constituye la fase final del tratamiento endodóntico. Su propósito es llenar los conductos radiculares con materiales inertes o con antisépticos, logrando un sellado tridimensional y promoviendo la reparación tisular (Soares y Goldberg, 2003).

El éxito de la obturación radica en evitar la contaminación del conducto por saliva, bacterias o líquidos tisulares periapicales, al mismo tiempo que se confina cualquier microorganismo residual. Para esto se utilizan distintos materiales y técnicas, generalmente integrando un sellador con un material de relleno que asegura un sellado tridimensional (Gasner y Brizuela, 2025).

Para lograr un sellado hermético del conducto radicular, los selladores son indispensables, pues ocupan los espacios entre las paredes dentinarias y el material de relleno del núcleo. También alcanzan los conductos laterales y túbulos donde la gutapercha no puede llegar. Se debe prevenir la extrusión del sellador hacia los tejidos periapicales, ya que son tóxicos antes de fraguar (Gasner y Brizuela, 2025).

En cuanto a los materiales de relleno, o de obturación del núcleo, se utilizan para ocupar la mayor parte de la luz del conducto radicular, funcionando como un tapón que evita filtraciones o la entrada de sustancias externas. Entre sus propiedades ideales destacan la estabilidad dimensional, facilidad de manipulación, capacidad de sellado tanto apical como lateral, biocompatibilidad, ausencia de irritación sobre los tejidos periapicales, radiopacidad y acción antimicrobiana (Gasner y Brizuela, 2025).

Entre los materiales de relleno tenemos a los conos de plata, la gutapercha, materiales biocerámicos y sistemas de obturación a base de resina. El más utilizado y aceptado es la gutapercha (Gasner y Brizuela, 2025).

2.1.2. Gutapercha

La gutapercha es un material similar al caucho cuya unidad estructural es el polímero trans-1,4-isopreno, obtenido a partir del látex de algunos árboles del sureste asiático, como *Palaquium gutta-bail* y *Paquium Oblongifolia*. Fue introducido por Sir José d'Almeida en 1843 durante la *Royal Asiatic Society of England* y su uso odontológico se dio a fines del siglo XIX gracias a William Montgomerie (Maniglia-Ferreira et al., 2005).

Es el material más usado y considerado el mejor para realizar la obturación de los conductos radiculares. Estos se elaboran en condiciones asépticas y se conservan en paquetes sellados. Se presentan en diversos diámetros y se fabrican conforme a la secuencia y dimensiones de las limas endodónticas (Chandrappa et al., 2014; Rudranaik et al., 2024). En el mercado, la gutapercha se encuentra en diferentes presentaciones, como puntas sólidas, puntas medicadas inyectables, sistema de núcleo sólido termoplastificados y versiones termomecánicas compactadas (Mishra et al., 2020).

Los conos de gutapercha están constituidos principalmente por un 20 % de gutapercha y un 66 % de óxido de zinc, junto con diversos rellenos, plastificantes y sales metálicas que mejoran su contraste radiográfico. El óxido de zinc es el componente responsable de la actividad antibacteriana de las puntas de gutapercha (Maniglia-Ferreira et al., 2005; Mishra et al., 2020). La gutapercha presenta dos fases: alfa y beta. La forma alfa, que se encuentra naturalmente en el árbol, es frágil a temperatura ambiente, pegajosa y adhesiva, y se vuelve muy fluida al calentarse por encima de 65 °C debido a su baja viscosidad; es típica de la gutapercha termoplastificada (Vishwanathaiah et al., 2022). Por su parte, la forma beta es estable y flexible a temperatura ambiente, menos adhesiva y más viscosa cuando se calienta.

La mayoría de los conos de gutapercha comercializados corresponden a esta fase (Vishwanathaiah et al., 2022).

2.1.2.1. Propiedades mecánicas de gutapercha. A temperatura ambiente, la gutapercha es rígida, pero presenta tendencia a la fragilidad y fractura. Se vuelve flexible entre 25 y 30 °C, se ablanda alrededor de 60 °C y se funde a 100 °C, experimentando una descomposición parcial. Es soluble en cloroformo, eucaliptol, disulfuro de carbono, benceno y xileno. Las propiedades mecánicas, como la fragilidad, rigidez, radiopacidad y resistencia a la tracción, están determinadas por la relación entre sus componentes orgánicos e inorgánicos (Maniglia-Ferreira et al., 2005).

La gutapercha, pese a su gran proporción de relleno, presenta características viscoelásticas, mostrando sensibilidad a la velocidad de deformación propia de polímeros parcialmente cristalinos (Friedman et al., 1975). La viscoelasticidad resulta esencial en la obturación, dado que permite la deformación plástica del material bajo carga constante. Mientras más se deforme el material de relleno, mayor será su flujo hacia los espacios irregulares de las paredes del conducto (Friedman et al., 1977; Vishwanath y Rao, 2019).

Entre las propiedades físicas de la gutapercha se destacan: resiliencia promedio de 40–80 pulgadas/libra, resistencia a la tracción de 1700–3000 psi y módulo elástico de 15.500–28.000 psi. La flexibilidad se sitúa entre 0,07 y 0,12 pulgadas/libra, el porcentaje de alargamiento se sitúa entre 170 a 500 y la fuerza de fluidez oscila entre 1000 a 1300 psi (Vishwanath y Rao, 2019).

2.1.2.2. Factores que afectan sus propiedades. Su fragilidad, rigidez, radiopacidad y resistencia a la tracción dependen de las proporciones de sus componentes orgánicos e inorgánicos. El óxido de zinc aumenta su fragilidad y disminuye el porcentaje de elongación y la resistencia a la tracción máxima (Maniglia-Ferreira et al., 2005).

La gutapercha presenta características termoplásticas y viscoelásticas, sensibles a los cambios de temperatura. A temperaturas bajas, su resistencia y resiliencia aumentan, mientras que, al elevar la temperatura, la resiliencia disminuye, especialmente por encima de 30 °C. La exposición a 130 °C provoca alteraciones físicas o degradación del material (Friedman et al., 1977; Vishwanath y Rao, 2019).

Las soluciones desinfectantes pueden modificar la superficie de los conos de gutapercha y alterar las propiedades del material de obturación, lo que puede influir en el éxito de la terapia endodóntica. Las irregularidades superficiales de la gutapercha generan interfaces con las paredes del conducto radicular, favoreciendo la microfiltración y aumentando el riesgo de infecciones secundarias (Mishra et al., 2024).

La desinfección de la gutapercha con hipoclorito de sodio por un tiempo prolongado o el uso de concentraciones elevadas puede comprometer su estabilidad química, afectando negativamente sus propiedades mecánicas. Esto se traduce en menor resistencia a la tracción, reducción de la fuerza de adhesión entre los conos y el sellador endodóntico, y un sellado menos hermético, lo que representa una de las principales causas de fracaso en el tratamiento endodóntico. Asimismo, se ha observado la formación de cristales en la superficie de los conos, dificultando la unión con los selladores y favoreciendo la microfiltración (Mahali et al., 2015; Rudranaik et al., 2024). Aunque la clorhexidina constituye una alternativa eficaz para desinfectar la gutapercha, la concentración óptima es del 2 %; la inmersión a 3 % puede generar alteraciones en la superficie del material obturador (Mishra et al., 2024).

Existen otros agentes desinfectantes como el EDTA, ácido cítrico, ácido málico, peróxido de hidrógeno, glutaraldehído, alexidina y cloruro de benzalconio, los cuales han demostrado distintos efectos sobre la gutapercha. Algunos causaron alteraciones mínimas en la superficie, otros cambios estructurales y depósitos superficiales (Mishra et al., 2024).

2.1.2.3. Desinfección de los conos de gutapercha. El éxito del tratamiento endodóntico requiere una preparación biomecánica adecuada, la aplicación de técnicas asépticas durante el procedimiento y un sellado tridimensional efectivo de los conductos radiculares. Muchas veces se observa que, a pesar de realizarse con sumo cuidado, puede ocurrir una reinfección. Siendo la explicación, el uso de conos de gutapercha contaminados al obturar los conductos radiculares (Chandrappa et al., 2014; Mishra et al., 2020).

Los conos de gutapercha se elaboran en condiciones asépticas y se conservan en paquetes sellados. A pesar de ello, pueden contaminarse por la manipulación directa, por los aerosoles o por un almacenamiento inadecuado (Chandrappa et al., 2014). Se ha evidenciado la presencia de microorganismos en cajas recién abiertas. Entre los patógenos asociados con el fracaso del tratamiento de conducto se incluyen *Escherichia coli*, *Candida albicans* y *Staphylococcus aureus*; siendo este último el más frecuente en la contaminación de los conos de gutapercha (Chandrappa et al., 2014; Vanapatla et al., 2022).

La desinfección de los conos de gutapercha es indispensable. Debido a su naturaleza termolábil, no pueden someterse a métodos de esterilización física, como calor húmedo o seco, sin afectar sus propiedades físicas y químicas. Por esta razón, se emplean agentes químicos como medida aséptica para su desinfección (Pauletto et al., 2024; Rudranaik et al., 2024).

2.1.2.4. Soluciones químicas desinfectantes. Las soluciones empleadas para la desinfección de la gutapercha son el alcohol etílico, el paraformaldehído, hipoclorito de sodio y el formocresol. El tiempo necesario para eliminar los microorganismos varía según la solución, desde unos segundos hasta varios minutos (Rudranaik et al., 2024; Vishwanath y Rao, 2019). Si bien la literatura indica que el desinfectante ideal no debería alterar las propiedades mecánicas ni la textura superficial de los conos de gutapercha, diversos estudios han evidenciado que sí se producen cambios en la topografía y en las características del material (Rudranaik et al., 2024).

El hipoclorito de sodio es considerado el estándar de referencia en endodoncia por sus amplias propiedades antibacterianas, su capacidad de disolver materia orgánica y su potente acción como agente oxidante. Es la solución más utilizada en terapias endodónticas y posee un pH de 11,6 (Pinal, 2007). No obstante, el uso prolongado de altas concentraciones puede deteriorar la superficie de la gutapercha y favorecer la deposición de cristales, lo que aumenta el riesgo de una posterior microfiltración (Mishra et al., 2024). Se ha observado que a una concentración de 5,25 % se requieren entre 15 segundos y 1 minuto para desinfectar los conos, mientras que a 0,5 % el tiempo se extiende hasta media hora (Mukka et al., 2017; Vanapatla et al., 2022).

La clorhexidina, un antiséptico bisbiguanídico, comenzó a utilizarse como irrigante en endodoncia desde 1975. Su molécula interactúa con la superficie de las células bacterianas provocando su degradación. Posee un amplio efecto antibacteriano residual que puede mantenerse hasta 168 horas después de su aplicación, aunque no tiene la capacidad de degradar tejidos pulpaes (Pinal, 2007; Shailja et al., 2018). A diferencia del hipoclorito de sodio, el gluconato de clorhexidina produce depósitos superficiales mínimos, ocasiona menos deterioro estructural de la gutapercha y no altera el comportamiento de los cementos selladores, convirtiéndola en la opción más adecuada para desinfección. Se recomienda su uso al 2 % durante un minuto (Carvalho et al., 2020; Mishra et al., 2024).

Entre otros agentes desinfectantes estudiados se encuentra el ácido peracético, conocido por su eficacia en la desinfección y esterilización de equipos y dispositivos médicos. Este peróxido es activo contra una amplia variedad de microorganismos, incluso a bajas concentraciones. Se ha reportado que al 1 % es efectivo para descontaminar los conos de gutapercha, aunque aún no existe suficiente evidencia sobre los posibles cambios que pueda generar en la superficie del material (Aktemur Turker et al., 2015).

El etanol-isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™) es un desinfectante listo para usar, diseñado para proporcionar una desinfección rápida y sencilla de impresiones dentales. Entre sus principales características destacan su amplio espectro de acción, conforme a las normas europeas de desinfección más recientes, y su compatibilidad con todos los materiales de impresión, incluyendo siliconas de adición y condensación, alginatos, poliéteres, polisulfuros y polímeros de cloruro de polivinilo (Zhermack, 2024). Cada 100 g del producto contiene 83 g de etanol, 10 g de 2-propanol, tensioactivos no iónicos, aditivos, coadyuvantes y agua hasta completar 100 g. Es no tóxico, no irritante y posee acción bactericida, levaduricida, tuberculicida y virucida (Zhermack, 2024).

El glutaraldehído es un aldehído ampliamente reconocido por su eficacia como desinfectante químico. A una concentración del 2 %, exhibe un amplio espectro de actividad antimicrobiana con un tiempo de exposición de solo un minuto (Shailja et al., 2018).

Como alternativas de desinfección en consultorio, se han evaluado extractos de hierbas como aceite de limoncillo, aceite de albahaca y extracto de té, mostrando eficacia en la descontaminación de conos de gutapercha. Se ha comprobado que los extractos etanólicos de Neem, *Aloe vera* y su combinación son exitosos contra *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* (Vishwanath y Rao, 2019).

2.1.3. Módulo de elasticidad y límite elástico

El módulo elástico o también conocido como módulo de Young, es la medida de la rigidez de un material, o cuánto resiste a la deformación. El módulo elástico de la gutapercha es aproximadamente 15.500-28.000 psi o 100 MPa. Varía en relación a la temperatura (Camps et al., 1996; Vishwanath y Rao, 2019).

El límite elástico es una propiedad mecánica que describe la carga mínima que se aplica para lograr la deformación permanente evitando la fractura. Su valor oscila entre 1000 y 1300 Psi o 7 y 9 MPa (Camps et al., 1996).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

El presente trabajo es de tipo: Diseño experimental *in vitro*, paralelo y aleatorizado de corte transversal.

3.2. Ámbito temporal y espacial

Las muestras se prepararon y rotularon en el laboratorio de Biología de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal. El análisis de las muestras se llevó a cabo en el año 2025 en el laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY, ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima-Perú, para lo cual se obtuvieron los permisos administrativos correspondientes (Anexo A y B). El estudio se realizó con base en la norma de la Organización Internacional de Normalización (ISO 527-1:2019) (Anexo C).

3.3. Variables

3.3.1. Variables dependientes

Módulo de elasticidad y límite elástico.

3.3.2. Variables independientes

Agentes desinfectantes y temperatura de almacenamiento.

3.3.3. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	ESCALA	VALOR
Elasticidad	Módulo de elasticidad	Cuantitativa	Valores obtenidos de la prueba de resistencia a la tracción con la	Razón	0-x MPa
	Límite	Cuantitativa	máquina de	Razón	0-x MPa

	elástico		ensayo universal CMT-5L		
Solución desinfectante	—	Cualitativa	Principio activo del producto	Nominal	1=Hipoclorito de sodio™ 5,25 % 2=Gluconato de clorhexidina ™ 2 % 3=Etanol- isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™)
Temperatura de almacenamiento	—	Cualitativa	Se considera temperaturas promedias de zonas a diferentes alturas	Nominal	1= -12 °C 2= 4 °C 3=22 °C

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Conos de gutapercha para obturación de conductos.

3.4.2. Muestra

El valor obtenido del estudio es de (Sabah et al.,2012). El tamaño ajustado es asumiendo una pérdida del 20 % del total de conos analizados y la fórmula es utilizada para comparación de medias. La cual nos da 11 por cada grupo y como son 12 grupos el resultado es de 132.

$$n = \frac{2 * (Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

- Coeficiente de confianza 95 % =1.96
- Coeficiente de potencia de prueba 80 % = 0.84
- Desviación estándar del grupo control =3.77
- Diferencia mínima a detectar = 5
- Tamaño de muestra inicial = 9
- Tamaño de muestra ajustada 20 % de pérdida = 11

3.4.3. Unidad de análisis

1 cono de gutapercha de 6 % de conicidad.

3.4.4. Muestreo

Asignación aleatoria a los grupos de estudio.

3.4.5. Criterios de selección

3.4.5.1. Criterios de inclusión. Se consideraron los siguientes criterios de inclusión:

A. Conos de gutapercha disponibles en el mercado peruano que cumplan con los criterios de calidad de la ISO 6877.

B. Calibres de 25.

C. Conicidad de 6 %.

D. Fecha de vencimiento posterior a la ejecución del proyecto.

3.4.5.2. Criterios de exclusión. Se establecieron los siguientes criterios de exclusión:

A. Conos con fecha de vencimiento pasado.

B. Conos usados o manipulado previamente.

C. Conos en cajas no selladas.

3.5. Instrumentos

La presente investigación fue medida con la máquina de ensayo universal modelo LG CMT-5L de procedencia China y marca Liangong. Mediante la observación indirecta basada en la obtención de datos resultado de la aplicación de fuerzas con la máquina de ensayos mecánicos.

3.6. Procedimientos

3.6.1. Autorización

El proyecto fue enviado al comité de ética de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal donde se realizó su revisión y aprobación (Anexo D).

3.6.2. Lugar de estudio

El estudio se realizó en el laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C, Lima-Perú en donde se utilizó la máquina de ensayo CMT- 5L en base a la norma ISO 527- 1, el cual cuenta con certificado de calibración para calcular tanto el módulo de elasticidad, así como el límite elástico (Anexo E).

3.6.3. Obtención y preparación de las muestras

Se utilizaron 132 conos de gutapercha, calibre 25 y con 6 % de conicidad, de la marca Spident®. Para preparar las muestras se utilizó un ambiente que sea controlado de humedad y temperatura como el laboratorio de Biología de la Facultad de Odontología de la UNFV, en el cual, utilizando pinzas estériles, se retiraron los conos de gutapercha de las cajas y fueron repartidas en placas Petri. En cada placa Petri se colocaron 11 conos de gutapercha (n=11), los que fueron asignados aleatoriamente a los grupos de estudio según los criterios de inclusión y exclusión. Los 12 grupos fueron rotulados de acuerdo con el agente desinfectante y la temperatura de exposición correspondiente (Anexo F).

Posteriormente fueron llevados los 12 grupos de experimentación al laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C para ser almacenados en los controladores de frío en tres diferentes temperaturas (-12 °C, 4 °C y 22 °C) por el periodo de un mes (Anexo G).

Para un mejor registro de temperaturas se utilizó el termómetro infrarrojo y termohigrómetro de indicación digital que cuentan con certificado de calibración (Anexo H y I).

Después de transcurrido un mes, las muestras fueron retiradas de los controladores de frío y se realizó la preparación de las muestras iniciando con la inmersión en los diferentes agentes desinfectantes: hipoclorito de sodio, clorhexidina y etanol-isopropanol durante 1 minuto, utilizando un cronómetro digital. Posteriormente, se realizó la inmersión en cloruro de sodio al 0,9 %, se secó con gasa estéril y se colocaron a temperatura ambiente durante 24 horas antes de realizar las pruebas mecánicas (Anexo J, K y L).

Los grupos se detallan a continuación:

- Grupo 1: Conos almacenados a -12 °C inmersos en NaClO™ al 5.25 %.
- Grupo 2: Conos almacenados a 4 °C inmersos en NaClO™ 5.25 %.
- Grupo 3: Conos almacenados a 22 °C inmersos en NaClO™ 5.25 %.
- Grupo 4: Conos almacenados a -12 °C inmersos en Clorhexidina™ 2 %.
- Grupo 5: Conos almacenados a 4 °C inmersos en Clorhexidina™ 2 %.
- Grupo 6: Conos almacenados a 22 °C inmersos en Clorhexidina™ 2 %.
- Grupo 7: Conos almacenados a -12 °C inmersos en Etanol e isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™).
- Grupo 8: Conos almacenados a 4 °C inmersos en Etanol-isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™).

- Grupo 9: Conos almacenados a 22 °C inmersos en Etanol-isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™).
- Grupo 10: Conos almacenados a -12 °C sin desinfección.
- Grupo 11: Conos almacenados a 4 °C sin desinfección.
- Grupo 12: Conos almacenados a 22 °C sin desinfección.

3.6.4. Calibración y concordancia de medición

Previo a la ejecución, la máquina fue calibrada basada en los estándares de calidad exigidos para pruebas mecánicas de biomateriales.

3.6.5. Prueba de elasticidad

Se utilizó la máquina de ensayo CMT- 5L, siguiendo la norma ISO 527- 1, para calcular el módulo de elasticidad y el límite elástico de los conos de gutapercha. Los conos fueron sometidos a fuerzas de tracción a una velocidad de 0.75 mm/min utilizando la máquina de prueba universal. Previamente, se midió el diámetro de cada cono con un pie de rey digital Mitutoyo, 200 mm, con el fin de calcular el área de sección transversal de los conos para los posteriores cálculos del módulo de elasticidad y límite elástico (Anexo M y N). Los extremos de los conos se insertaron en los soportes de la máquina de ensayo universal, de manera que se sostuvieran 2 mm en cada extremo, dejando una distancia de 14 mm entre el brazo superior e inferior, garantizando así la integridad de las muestras. A continuación, se aplicó la carga a una velocidad de cruceta (parte móvil de la máquina) de 0.75 mm/min hasta alcanzar la máxima falla por tracción (Anexo Ñ). La máquina estuvo conectada a una computadora que registró los valores en tiempo real hasta el fallo a la tracción máxima del cono (Anexo O). Finalmente, los datos obtenidos se utilizaron para calcular el módulo de elasticidad y límite elástico, registrándolos en la ficha de recolección de datos (Anexo P).

3.7. Análisis de datos

Los datos recolectados fueron almacenados y ordenados en Microsoft Excel versión 2020 y luego fueron importados al paquete estadístico Stata versión 18 para su análisis de acuerdo a los objetivos planteados.

Los datos numéricos fueron resumidos con medidas de tendencia central y dispersión, se analizó la normalidad de los datos para decidir el tipo de prueba estadística para el contraste de hipótesis. El análisis de varianza o prueba de Kruskal Wallis para más de dos grupos independientes con pruebas de contrastes múltiples fue utilizado dependiendo de la normalidad de los datos. Se consideró el nivel de confianza del 95 %, potencia de prueba de 80 % y nivel de significancia del 5 %.

3.8. Consideraciones éticas

El presente trabajo al ser de diseño experimental *in vitro* no requiere tener en cuenta aspectos bioéticos ya que todo el proceso se realizó en laboratorios utilizando materiales no biológicos. Sin embargo, se solicitó la evaluación por el comité de ética de la Universidad Nacional Federico Villarreal, con la finalidad de transparentar el proceso de ejecución del proyecto.

Se consideran aspectos de propiedad intelectual respecto al uso de información e ideas de otros autores para lo cual se realizó citas adecuadas de acuerdo a las normas de la institución.

Se declara no tener ningún tipo de conflicto de interés con los fabricantes de los materiales a ser utilizados.

IV. RESULTADOS

Se analizaron un total de 132 conos de gutapercha divididos en 4 grupos de desinfección y estos en 3 subgrupos de 3 temperaturas, analizándose 11 conos por cada subgrupo.

Tabla 1

Módulo de elasticidad de conos de gutapercha sometidos a agentes desinfectantes bajo diferentes temperaturas de almacenamiento

Desinfectante	Temperatura	n	Media	DE	Min	Max
NaClO	-12 °C	11	637.7	84.3	515.6	753.6
	4 °C	11	583.7	179.7	233.5	819.2
	22 °C	11	380.8	146.5	205.7	652.4
Clorhexidina	-12 °C	11	475.5	122.3	314.9	683.3
	4 °C	11	520.6	127.4	308.4	716.3
	22 °C	11	561.4	79.6	401.7	663.6
Etanol- Isopropanol	-12 °C	11	455.6	67.5	332.9	588.9
	4 °C	11	282.0	56.4	211.5	387.9
	22 °C	11	358.3	121.0	160.8	553.3

Nota. La evaluación del módulo de elasticidad mostró variaciones marcadas según la combinación entre desinfectante y temperatura. En términos generales, los valores más altos se observaron cuando los conos fueron sometidos a hipoclorito de sodio (NaClO) a -12 °C, alcanzando un módulo considerablemente superior respecto a las demás condiciones. En contraste, el valor más bajo correspondió al etanol–isopropanol almacenado a 4 °C, evidenciando una notable pérdida de rigidez mecánica respecto a otras temperaturas evaluadas. Asimismo, la clorhexidina mantuvo valores relativamente altos en 22 °C, sugiriendo que su efecto sobre la rigidez no se ve tan influido por los cambios térmicos como ocurre con los otros

agentes desinfectantes. En conjunto, estos resultados descriptivos muestran que las variaciones en el módulo dependen tanto del desinfectante como del ambiente térmico de almacenamiento.

Figura 1

Módulo de elasticidad de conos de gutapercha sometidos a agentes desinfectantes bajo diferentes temperaturas de almacenamiento

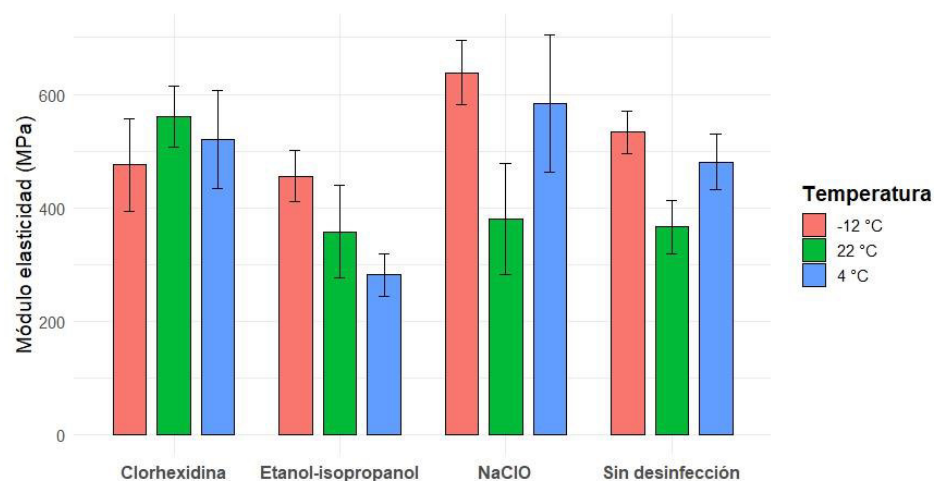


Tabla 2

Límite elástico de conos de gutapercha sometidos a agentes desinfectantes bajo diferentes temperaturas de almacenamiento

Desinfectante	Temperatura	n	Media	DE	Min	Max
NaClO	-12 °C	11	6.1	0.8	6.3	4.9
	4 °C	11	5.8	0.4	5.9	5.1
	22 °C	11	6.4	0.6	6.5	5.5
Clorhexidina	-12 °C	11	6.1	0.4	6.1	5.5
	4 °C	11	6.1	0.3	6.1	5.5
	22 °C	11	6.0	0.3	5.9	5.6
Etanol- Isopropanol	-12 °C	11	6.3	0.6	6.2	5.4
	4 °C	11	6.3	0.4	6.3	5.8
	22 °C	11	6.2	0.6	6.0	5.2

Nota. En el caso del límite elástico, las diferencias fueron mucho menos pronunciadas. La mayoría de los grupos presentó valores agrupados en un rango estrecho, lo que indica que la resistencia inicial al inicio de la deformación permanente no se modifica de manera tan marcada como la rigidez del material. Aunque existen ligeras variaciones entre agentes y temperaturas, estas no siguen un patrón tan definido como el módulo de elasticidad, lo que sugiere que esta propiedad mecánica es menos dependiente de la interacción químico-térmica.

Figura 2

Límite elástico de conos de gutapercha sometidos a agentes desinfectantes bajo diferentes temperaturas de almacenamiento

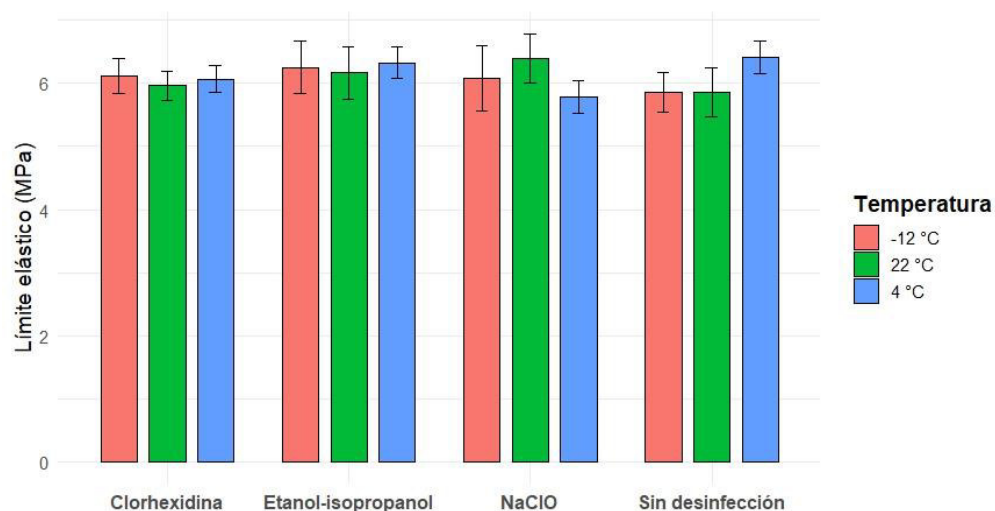


Tabla 3

Comparación del módulo de elasticidad de conos de gutapercha entre agentes desinfectantes para cada grupo de temperatura

Temperatura	Desinfectante	Media	DE	F	Valor p
-12 °C	NaClO	637.7 ^a	84.3	9.84	0.0001*
	Clorhexidina	475.5 ^b	122.3		
	Etanol-isopropanol	455.6 ^b	67.5		
	Sin desinfección	533.2 ^b	56.8		
4 °C	NaClO	583.7 ^a	179.7	13.1	<.001*
	Clorhexidina	520.6 ^a	127.4		
	Etanol-isopropanol	282.1 ^b	56.4		
	Sin desinfección	480.7 ^a	72.6		
22 °C	NaClO	380.8 ^a	146.5	8.7	0.0001*
	Clorhexidina	561.4 ^b	79.6		
	Etanol-isopropanol	358.3 ^a	120.9		
	Sin desinfección	366.9 ^a	69.7		

Nota. Las diferencias significativas basado en la prueba ANOVA de un factor (F=valor de prueba). Las letras diferentes ^{a,b} representan diferencias significativas entre grupos (Prueba post-estimación de Bonferroni). El análisis comparativo entre los diferentes agentes desinfectantes dentro de cada temperatura reveló diferencias estadísticamente significativas en el módulo de elasticidad. En particular, se muestra que a -12 °C el NaClO presenta valores significativamente mayores ($p < 0.05$) respecto a los demás agentes, indicando que la exposición al hipoclorito combinada con temperaturas muy bajas incrementa la rigidez del material de forma sustancial. Mientras que a 4 °C el etanol-isopropanol mostró un módulo de

elasticidad significativamente menor y se separa de los demás grupos, y a 22 °C es la clorhexidina la que alcanza el módulo significativamente más alto ($p < 0.05$).

Tabla 4

Comparación del límite elástico de conos de gutapercha entre agentes desinfectantes para cada grupo de temperatura

Temperatura	Desinfectante	Media	DE	F	Valor p
-12 °C	NaClO	6.08	0.77	0.871	0.464
	Clorhexidina	6.11	0.40		
	Etanol-isopropanol	6.25	0.61		
	Sin desinfección	5.86	0.46		
4 °C	NaClO	5.78 ^a	0.37	6.69	0.001*
	Clorhexidina	6.06 ^{ab}	0.31		
	Etanol-isopropanol	6.33 ^b	0.37		
	Sin desinfección	6.40 ^b	0.39		
22 °C	NaClO	6.39	0.57	2.18	0.106
	Clorhexidina	5.96	0.35		
	Etanol-isopropanol	6.16	0.62		
	Sin desinfección	5.85	0.58		

Nota. Las diferencias significativas basado en la prueba ANOVA de un factor (F=valor de prueba). Las letras diferentes ^{a,b} representan diferencias significativas entre grupos (Prueba post-estimación de Bonferroni). Respecto al límite elástico, las diferencias fueron menores. Se muestra algunas diferencias significativas ($p < 0.05$), pero la magnitud absoluta de estas variaciones es pequeña, lo cual sugiere que el límite elástico se mantiene relativamente estable entre agentes y temperaturas, aun cuando se detecten diferencias estadísticas en ciertos grupos.

Esto contrasta con el patrón observado en el módulo de elasticidad, confirmando que las propiedades mecánicas no responden de la misma manera a las condiciones experimentales.

Tabla 5

Comparación del módulo de elasticidad de conos de gutapercha entre diferentes temperaturas para cada grupo de desinfectante

Desinfectante	Temperatura	Media	DE	F	Valor p
NaClO	-12 °C	637.74 ^a	84.31	9.95	0.0005
	4 °C	583.66 ^a	179.68		
	22 °C	380.81 ^b	146.51		
Clorhexidina	-12 °C	475.51 ^a	122.33	1.62	0.214
	4 °C	520.61 ^a	127.42		
	22 °C	561.44 ^a	79.61		
Etanol- isopropanol	-12 °C	455.64 ^a	67.47	11.17	0.0002
	4 °C	282.02 ^b	56.41		
	22 °C	358.31 ^b	120.98		
Sin desinfección	-12 °C	533.17 ^a	56.81	17.85	<0.001
	4 °C	480.87 ^a	72.61		
	22 °C	366.94 ^b	69.71		

Nota. Las diferencias significativas basado en la prueba ANOVA de un factor (F=valor de prueba). Las letras diferentes ^{a,b} representan diferencias significativas entre grupos (Prueba post-estimación de Bonferroni). Cuando se compararon las temperaturas dentro de cada agente desinfectante, se observaron patrones definidos en el módulo de elasticidad. Se muestra que, en NaClO los valores a -12 °C y 4 °C son significativamente superiores ($p < 0.05$) a los obtenidos a 22 °C, indicando que el almacenamiento en frío conserva mejor la rigidez del material que el almacenamiento en temperatura ambiente. El etanol–isopropanol también

mostró diferencias significativas, los conos mostraron su mayor módulo de elasticidad a -12 °C, pero perdieron rigidez a 4 °C, mientras que la clorhexidina no presentó diferencias relevantes entre temperaturas.

Tabla 6

Comparación del límite elástico de conos de gutapercha entre diferentes temperaturas para cada grupo de desinfectante

Desinfectante	Temperatura	Media	DE	F	Valor p
NaClO	-12 °C	6.08	0.77	2.91	0.069
	4 °C	5.78	0.37		
	22 °C	6.39	0.57		
Clorhexidina	-12 °C	6.11	0.4	0.52	0.598
	4 °C	6.06	0.31		
	22 °C	5.96	0.35		
Etanol- isopropanol	-12 °C	6.25	0.61	0.25	0.782
	4 °C	6.33	0.37		
	22 °C	6.16	0.62		
Sin desinfección	-12 °C	5.86 ^a	0.46	4.8	0.015*
	4 °C	6.4 ^b	0.39		
	22 °C	5.85 ^a	0.58		

Nota. Las diferencias significativas basado en la prueba ANOVA de un factor (F=valor de prueba). Las letras diferentes ^{a,b} representan diferencias significativas entre grupos (Prueba post-estimación de Bonferroni). Para el límite elástico, se evidencia que solo el grupo control sin desinfección mostró una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre temperaturas, reafirmando que esta propiedad es más estable frente a los cambios en los tratamientos y condiciones térmicas.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes agentes desinfectantes sobre el módulo de elasticidad y límite elástico de conos de gutapercha, considerando la temperatura de almacenamiento. La importancia de las propiedades mecánicas de los conos de e gutapercha se fundamenta en el comportamiento termoplástico y viscoelástico que puede ser influido por la temperatura, así como por agentes en contacto como los cementos y los desinfectantes (Camps et al., 1996; Vishwanath y Rao, 2019). El uso de desinfectantes es primordial durante el proceso de obturación endodóntica, pues esto garantiza la descontaminación de los conos, los que están expuestos a la manipulación, aerosoles y las condiciones de almacenamiento (Carvalho et al., 2020).

Los resultados del presente estudio demuestran que los desinfectantes tienen un efecto en el módulo de elasticidad de los conos de gutapercha. Comparado con el grupo control sin desinfección, los agentes desinfectantes como el hipoclorito de sodio y la clorhexidina parecen disminuir los valores de elasticidad, aunque esta diferencia no fue significativa. Sin embargo, el grupo sometido a etanol-isopropanol si presento una disminución significativa respecto a los otros grupos. Respecto al límite elástico, esta propiedad parece mantenerse constantes y no varió en los grupos, es decir que los agentes desinfectantes utilizados no tuvieron efecto relevante.

Respecto a la influencia de la temperatura sobre las propiedades de los conos de gutapercha, se evidencia que, en todos los grupos, excepto el sometido a clorhexidina, se muestra una disminución significativa del módulo elástico, donde una mayor temperatura parece relacionarse con una disminución del módulo elástico significando una mayor elasticidad. Estos hallazgos se corresponden con la teoría que menciona que la gutapercha es sensible a los cambios de temperatura, disminuyendo su elasticidad sometida a bajas temperaturas y aumentado a temperaturas altas (Friedman et al., 1977; Maniglia-Ferreira et al.,

2005). Un hallazgo relevante es que la temperatura influye independientemente del tipo de desinfectante, excepto con la clorhexidina que el módulo elástico se mantiene constante independientemente de la temperatura a la que fue almacenada. Se podría inferir que la clorhexidina influyó aumentando el módulo de elasticidad sobre todo en los grupos sometidos a mayor temperatura, estabilizando los conos por disminución de la elasticidad.

Los hallazgos coinciden parcialmente con investigaciones previas. En cuanto al efecto de los desinfectantes, varios estudios reportan disminución de la resistencia mecánica tras la inmersión en hipoclorito de sodio, especialmente en concentraciones altas o exposiciones prolongadas (Sabah et al., 2012; Deshmukh et al., 2020; Wani et al., 2023). Sin embargo, en este estudio el hipoclorito de sodio no redujo el módulo de elasticidad en comparación con el control, lo cual se asemeja a lo reportado por Bellido-Guzmán et al. (2024), quienes también hallaron que el hipoclorito no afecta significativamente algunas propiedades mecánicas pese a modificar la superficie del material. Por ejemplo, Mishra et al. (2020) describieron que el hipoclorito de sodio altera la estructura superficial y puede modificar propiedades como la rigidez; sin embargo, en su estudio no se evaluaron variaciones térmicas, lo que podría explicar por qué sus hallazgos no coinciden completamente con los obtenidos aquí. En nuestro caso, el hipoclorito de sodio produjo los módulos más altos únicamente cuando fue combinado con temperaturas de almacenamiento bajas (-12°C), lo cual sugiere que la temperatura es un factor modulador clave que no siempre ha sido considerado en investigaciones previas.

Asimismo, el resultado que posiciona al etanol-isopropanol como el agente con mayor impacto negativo en el módulo de elasticidad guarda coherencia con las observaciones de Salcedo (2024), quien encontró que etanol-isopropanol disminuyen la resistencia a la tracción de los conos de gutapercha.

Respecto al comportamiento de la clorhexidina, diversos estudios coinciden en que este agente es menos agresivo y mantiene mejor las propiedades mecánicas de la gutapercha (Sabah

et al., 2012; Deshmukh et al., 2020; Mahali et al., 2015), lo cual concuerda con los resultados del presente trabajo, observándose que los valores de módulo de elasticidad bajo con la clorhexidina se mantuvieron estables en las diferentes temperaturas. Esta estabilidad coincide con estudios previos que señalan que la clorhexidina es menos agresiva sobre las propiedades mecánicas de los conos en comparación con soluciones oxidantes o alcohólicas. Antecedentes como los de Salcedo (2024) reportaron cambios mínimos en la resistencia de los conos tratados con clorhexidina, lo que concuerda con nuestro hallazgo de que este agente no genera diferencias significativas entre temperaturas y conserva valores intermedios o altos del módulo. Esto la posiciona como una opción más predecible en términos de conservación estructural.

Un comportamiento distinto se observó en el grupo tratado con etanol–isopropanol. El descenso marcado del módulo a 4 °C sugiere un fenómeno de plasticización inducido por solventes, lo cual ha sido descrito en literatura que estudia materiales poliméricos expuestos a alcoholes (Byun et al., 2014). A temperaturas intermedias, los solventes pueden penetrar con mayor facilidad en la matriz del material, favoreciendo un efecto reblandecedor. Este patrón explica por qué, en el presente estudio, el etanol–isopropanol mostró tanto los valores más bajos como una sensibilidad marcada a la temperatura, alineándose con antecedentes que advierten que las soluciones alcohólicas pueden comprometer la integridad mecánica de la gutapercha.

En relación con las temperaturas de almacenamiento, los datos observados son consistentes con lo descrito por Khedmat et al. (2013), quienes también encontraron que las temperaturas bajas pueden modificar el módulo de elasticidad y la resistencia a la tracción. En el presente estudio, los valores más bajos fueron observados frecuentemente a 22 °C, mientras que los mayores valores tendieron a encontrarse en -12 °C o 4 °C dependiendo del desinfectante, lo que sugiere que la temperatura ambiente puede ser menos favorable para conservar la integridad mecánica del material.

El presente estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. El tamaño muestral utilizado fue adecuado para los análisis planteados, pero un número mayor de especímenes podría aumentar la potencia estadística y permitir una mayor generalización de los hallazgos. Asimismo, el análisis se centró únicamente en tres temperaturas y en un tiempo de almacenamiento relativamente corto, por lo que sería pertinente evaluar condiciones térmicas más variadas y periodos más prolongados que simulen de manera más realista el ambiente clínico. Otra limitación importante fue la ausencia de un análisis microestructural de la superficie de los conos, lo que impidió correlacionar directamente los cambios mecánicos con posibles alteraciones en la textura o composición del material; incorporar técnicas como microscopía electrónica o fuerza atómica permitiría profundizar en esta relación. Además, el uso de una sola marca y tipo de gutapercha limita la extrapolación de los resultados a otros fabricantes.

Estas observaciones abren nuevas hipótesis e interrogantes, como determinar si ciertos desinfectantes podrían interactuar de manera distinta con la gutapercha dependiendo de la marca o del método de fabricación, si las alteraciones observadas a determinadas temperaturas se mantienen en periodos prolongados o si existen rangos térmicos óptimos para preservar la estabilidad mecánica del material. Asimismo, surge la necesidad de estudiar si los cambios en el módulo de elasticidad realmente influyen en el comportamiento clínico durante la obturación, particularmente en términos de compactación, adaptación a las paredes del conducto y sellado apical, lo que permitiría establecer recomendaciones más precisas para la práctica odontológica.

En general, los resultados sugieren que las propiedades mecánicas de los conos de gutapercha pueden verse afectadas tanto por el tipo de agente desinfectante como por la temperatura de almacenamiento. El etanol–isopropanol disminuye significativamente el módulo de elasticidad, mientras que el hipoclorito de sodio y la clorhexidina mantienen valores

comparables al control. A nivel térmico, las temperaturas extremas (-12 °C y 4 °C) parecen conservar mejor el módulo de elasticidad que los 22 °C en varios de los grupos evaluados. No obstante, el límite elástico se mantuvo estable en la mayoría de las condiciones.

Estos hallazgos refuerzan la importancia de seleccionar desinfectantes menos agresivos, como la clorhexidina, y preservar los conos en condiciones térmicas controladas para conservar sus propiedades mecánicas y garantizar un desempeño óptimo durante la obturación endodóntica.

VI. CONCLUSIONES

6.1. El módulo de elasticidad de los conos de gutapercha depende significativamente del tipo de desinfectante y de la temperatura de almacenamiento, observándose un aumento de esta propiedad al ser sometido a hipoclorito de sodio al 5,25 %, especialmente a -12 °C, y a la clorhexidina al 2 %, mientras que disminuyó con el etanol-isopropanol, sobre todo a 4 °C ($p < 0.05$).

6.2. El módulo de elasticidad disminuyó al aumentar la temperatura de almacenamiento en los grupos hipoclorito de sodio, etanol-isopropanol y el grupo control, mas no en el grupo de clorhexidina.

6.3. El límite elástico presentó variaciones mucho menos pronunciadas por lo que se mantiene relativamente estable frente a los diferentes agentes desinfectantes y temperaturas.

6.4. En conjunto, los resultados indican que el etanol-isopropanol afecta de manera negativa el módulo de elasticidad, mientras que la clorhexidina al 2 % y el hipoclorito de sodio al 5,25 % presentan un comportamiento mecánico más estable y predecible frente a las condiciones térmicas evaluadas.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Analizar otras propiedades mecánicas y físicas para analizar el impacto real de los agentes desinfectantes en la estructura en integridad de los conos de gutapercha.

7.2. Analizar la interacción de los desinfectantes, agentes desinfectantes y tipos de cementos selladores que son utilizados durante los tratamientos de conductos radiculares.

7.3. Analizar la microestructura de los conos de gutapercha mediante microscopía de barrido para identificar patrones microestructurales como efecto de los agentes desinfectantes.

7.4. Estudiar diferentes calibres y conicidades de conos de gutapercha para ver si influye sobre sus propiedades.

7.5. Complementar futuros estudios con análisis microestructurales de los conos para relacionar de manera directa los cambios mecánicos con alteraciones superficiales del material.

7.6. Evaluar distintos tiempos de almacenamiento y condiciones ambientales del consultorio para determinar la estabilidad mecánica real de los conos en contextos clínicos prolongados.

7.7. Replicar la investigación utilizando diferentes marcas y conicidades de gutapercha, con el fin de verificar si los efectos observados son consistentes entre fabricantes.

VIII. REFERENCIAS

- Aktemur Turker, S., Aslan, M. H., Uzunoglu, E., & Ozcelik, B. (2015). Antimicrobial and structural effects of different irrigation solutions on gutta-percha cones. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 49(1), 27-32. <https://doi.org/10.17096/jiufd.92774>
- Bellido-Guzmán, R., Ladera-Castañeda, M., Castro-Pérez Vargas, A. M., López-Gurreonero, C., Cornejo-Pinto, A., Aliaga-Mariñas, A., Cervantes-Ganoza, L. A., & Cayo-Rojas, C. F. (2024). Tensile strength and elastic modulus of gutta-percha cones disinfected with sodium hypochlorite at different immersion times: An in vitro comparative study. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 14(1), 69-75. https://doi.org/10.4103/jispcd.jispcd_106_22
- Byun, Y., Zhang, Y., & Geng, X. (2014). Plasticization and polymer morphology. In *Innovations in food packaging* (pp. 87-108). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394601-0.00005-9>
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2014). *Materials science and engineering: An introduction* (9th ed.). John Wiley & Sons.
- Camps, J. J., Pertot, W. J., Escavy, J. Y., & Pravaz, M. (1996). Young's modulus of warm and cold gutta-percha. *Dental Traumatology*, 12(2), 50-53. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1996.tb00096.x>
- Carvalho, C. S., Pinto, M. S., Batista, S. F., Quelemes, P. V., Falcão, C. A., & Ferraz, M. A. (2020). Decontamination of gutta-percha cones employed in endodontics. *Acta Odontológica Latinoamericana*, 33(1), 45-49. <https://doi.org/10.54589/aol.33/1/045>
- Chamini, K., Kolanu, S. K., Deshpande, S., Bhavya, K. L., Jyothsna, K., & Sowjanya, D. (2023). The effect of different chemical and herbal disinfecting solutions on the surface topography and tensile strength of gutta-percha: An in vitro study. *Journal of Advanced*

- Medical and Dental Sciences Research*, 11(9), 41-46. <https://doi.org/10.21276/jamdsr>
- Chandrappa, M. M., Mundathodu, N., Srinivasan, R., Nasreen, F., Kavitha, P., & Shetty, A. (2014). Disinfection of gutta-percha cones using three reagents and their residual effects. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(6), 571-574. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.144607>
- Deshmukh, S. D., Gulve, M. N., Kolhe, S. J., & Aher, G. B. (2020). Comparative evaluation of tensile strength of gutta percha by using a herbal disinfectant - An in-vitro study. *International Journal of Dental Science and Innovative Research*, 3(3), 466-471. <https://www.ijdsir.com/issue/pagedata/961/Comparative-evaluation-of-tensile-strength-of-gutta-percha-by-using-a-herbal-disinfectant---An-in-vitro-study>
- Dobrzańska, J., Gołombek, K., & Dobrzański, L. B. (2012). Polymer materials used in endodontic treatment - in vitro testing. *Archives of Materials Science and Engineering*, 58(2), 110-115.
- Friedman, S., Komorowski, R., Maillet, W., Klimaite, V., Nguyen, H. Q., & Torneck, C. D. (2005). Resistance profiles of bacteria isolated from root canal infections. *International Endodontic Journal*, 38(10), 713-723. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.01010.x>
- Friedman, C. M., Sandrik, J. L., Heuer, M. A., & Rapp, G. W. (1975). Composition and mechanical properties of gutta-percha endodontic points. *Journal of Dental Research*, 54(5), 921-925. <https://doi.org/10.1177/00220345750540052901>
- Friedman, C. M., Sandrik, J. L., Heuer, M. A., & Rapp, G. W. (1977). Composition and physical properties of gutta-percha endodontic filling materials. *Journal of Endodontics*, 3(8), 304-308. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(77\)80035-6](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(77)80035-6)
- Gasner, N. S., & Brizuela, M. (2025). Endodontic materials used to fill root canals. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK587367/>

- Gomes, B. P. F. de A., Vianna, M. E., Matsumoto, C. U., Rossi, V. de P. e S., Zaia, A. A., Ferraz, C. C. R., & Souza Filho, F. J. de. (2005). Disinfection of gutta-percha cones with chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 100(4), 512-517. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.10.002>
- Gomes, B. P. F. A., Pinheiro, E. T., Gadê-Neto, C. R., Sousa, E. L. R., Ferraz, C. C. R., Zaia, A. A., & Souza-Filho, F. J. (2004). Microbiological examination of infected dental root canals. *Oral Microbiology and Immunology*, 19(2), 71-76. <https://doi.org/10.1046/j.0902-0055.2003.00116.x>
- Guedes, M. R., de Medeiros, P. N. F., da Costa, M. L., Moraes, I. S., Freitas, J. L., de Aragão, G. L. R., & da Silva, P. V. (2021). Avaliação microbiológica de cones de gutta-percha: Estudo in vitro. *Archives of Health Investigation*, 10(4), 515-521. <https://doi.org/10.21270/archi.v10i4.4772>
- International Organization for Standardization. (2019). *Plásticos: Determinación de las propiedades de tracción (Parte 1: Principios generales)* (Norma ISO No. 527-1:2019-12). <https://www.iso.org/>
- Janatta, J. N., Kopper, P., & Vassen, A. B. (2021). Cones de gutta-percha: Propriedades para a clínica endodôntica atual. *Dental Press Endodontics*, 11(2), 50-62.
- Johnson, W. T., & Kulild, J. C. (2011). Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In K. M. Hargreaves, S. Cohen, & L. H. Berman (Eds.), *Cohen's pathways of the pulp* (10th ed., pp. 349–388). Mosby Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-06489-7.00010-2>
- Khedmat, S., Aghajani, F., & Zaringhalam, S. (2013). The effect of storage temperature on mechanical properties of gutta-percha and Resilon. *Journal of Dentistry*, 10(6), 548-553. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24910666/>

- Mahali, R. R., Dola, B., Tanikonda, R., & Peddireddi, S. (2015). Comparative evaluation of tensile strength of gutta-percha cones with a herbal disinfectant. *Journal of Conservative Dentistry*, 18(6), 471-473. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.168813>
- Maniglia-Ferreira, C., Silva, J. B. A., Paula, R. C. M. de, Feitosa, J. P. A., Cortez, D. G. N., Zaia, A. A., & Souza-Filho, F. J. de. (2005). Brazilian gutta-percha points. Part I: Chemical composition and X-ray diffraction analysis. *Brazilian Oral Research*, 19(3), 193-197. <https://doi.org/10.1590/s1806-83242005000300007>
- Mishra, L., Dash, G., Singh, N. R., Kumar, M., Panda, S., Diemer, F., Lukomska-Szymanska, M., Lapinska, B., & Khan, A. S. (2024). Influence of disinfecting solutions on the surface topography of gutta-percha cones: A systematic review of in vitro studies. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 49(4), e42. <https://doi.org/10.5395/rde.2024.49.e42>
- Mishra, P., Tyagi, S., & Tripathi, D. (2020). Elastic analysis of gutta percha cones in 50 µg/ml and 80 µg/ml concentration of silver nanoparticles and 5.25% sodium hypochlorite by atomic force microscope: In vitro study. *Endodontology*, 32(4), 193. https://doi.org/10.4103/endo.endo_62_20
- Mukka, P. K., Pola, S. S. R., Kommineni, N. K., Pachalla, M. S., Karne, A. R., Labishetty, K., Kommineni, S., & Chilakabathini, P. (2017). Comparative evaluation of three herbal solutions on the disinfection of guttapercha cones: An in vitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(3), ZC21-ZC24. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/25208.9487>
- Nacif, M., Alves, M., & Alves, F. (2017). Contamination of gutta-percha cones in clinical use by endodontic specialists and general practitioners. *Revista Facultad de Odontología*, 28(2), 327-340. <https://doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n2a6>
- Nausheen, A., Makne, S. G., Nanda, Z., Rane, P. S., Rudagi, K., Reddy, K. K., & Tekwani, R.

- A. (2019). Effect of different chemical and herbal disinfectant solutions on the mechanical and physical properties of gutta-percha: An in vitro study. *Journal of Operative Dentistry and Endodontics*, 4(2), 84-87. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10047-0077>
- Naved, M., Jadhav, S., Hegde, V., & Kamble, A. (2019). Comparative evaluation of tensile strength of gutta-percha points after using different disinfectants and time durations - An in vitro study. *International Dental and Medical Journal of Advanced Research*, 5, 1-5. <https://www.semanticscholar.org/paper/Comparative-evaluation-of-tensile-strength-of-after-Naved-Jadhav/8d9d72f861c31277a43b3073f2d32c36353aade6>
- Ng, Y. L., Mann, V., & Gulabivala, K. (2010). Tooth survival following non-surgical root canal treatment: A systematic review of the literature. *International Endodontic Journal*, 43(3), 171-189. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01671.x>
- Pauletto, G., Guerim, P. H. F., Barbosa, A. B., Lopes, L. Q. S., Bier, C. A. S., & Marquezan, P. K. (2024). Efficacy of calcium hypochlorite in disinfection of gutta-percha cones contaminated with *Candida albicans*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 55(1), 403-410. <https://doi.org/10.1007/s42770-024-01255-8>
- Peters, O. A., Rossi-Fedele, G., George, R., Kumar, K., Timmerman, A., & Wright, P. P. (2024). Guidelines for non-surgical root canal treatment. *Australian Endodontic Journal*, 50(2), 202-214. <https://doi.org/10.1111/aej.12848>
- Pinal, D. F. B. (2007). Soluciones para irrigación en endodoncia: Hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina. *Revista Científica Odontológica*, 3(1), 22-28. <https://www.redalyc.org/pdf/3242/324227906004.pdf>
- Razeghi Jahromi, H. R., Sadeghi, M., Iranmanesh, F., & Tashakori, M. (2022). Contamination of gutta-percha cones before and during clinical use. *Journal of Research in Dental and Maxillofacial Sciences*, 7(1), 41-47. <https://doi.org/10.52547/jrdms.7.1.41>

- Rudranaik, S., Nagashetty, Y. H., Gowda, S. C. K., Jaganath, B. M., Nirmala, K. B., & Gowda, M. C. B. (2024). Effect of various disinfectant solutions on the tensile strength of gutta-percha using the rapid sterilization technique. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 27(2), 154. https://doi.org/10.4103/JCDE.JCDE_300_23
- Sabah, S., Al-Sabawi, N., & Al-Askary, R. (2012). Effect of different disinfectant solutions on the properties of gutta percha cones. *Tikrit Journal for Dental Sciences*, 2(2), 169-174. <https://doi.org/10.25130/tjds.2.2.13>
- Salcedo, O. (2024). *Comparación de la resistencia a la tracción de dos conos de gutapercha con conicidad de 4% y 7% utilizando tres soluciones desinfectantes*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/9017>
- Salvia, A. C. R. D., Teodoro, G. R., Balducci, I., Koga-Ito, C. Y., & Oliveira, S. H. G. de. (2011). Effectiveness of 2% peracetic acid for the disinfection of gutta-percha cones. *Brazilian Oral Research*, 25(1), 23-27. <https://doi.org/10.1590/s1806-83242011000100005>
- Schilder, H. (1967). Filling root canals in three dimensions. *Dental Clinics of North America*, 11(3), 723-744. [https://doi.org/10.1016/S0011-8532\(22\)03244-X](https://doi.org/10.1016/S0011-8532(22)03244-X)
- Shailja, S., Ramesh, C., Anubha, S., & Shazia, S. (2018). Comparative evaluation of different gutta-percha disinfecting agents: A microbiological study. *Endodontology*, 30(1), 9-13. https://doi.org/10.4103/endo.endo_79_17
- Soares, I. J., & Goldberg, F. (2003). Obturación del conducto radicular. En I. J. Soares & F. Goldberg, *Endodoncia: Técnica y Fundamentos* (pp. 141-168). Editorial Médica Panamericana.
- Sundqvist, G., Figdor, D., Persson, S., & Sjögren, U. (1998). Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral*

- Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 85(1), 86-93. [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(98\)90404-8](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(98)90404-8)
- Vanapatla, A., Nanda, N., Satyarth, S., Kawle, S., Gawande, H. P., & Gupte, J. M. (2022). Antibacterial efficacy of herbal solutions in disinfecting gutta percha cones against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 14(Suppl 1), S748. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_111_22
- Vishwanath, V., & Rao, H. M. (2019). Gutta-percha in endodontics—A comprehensive review of material science. *Journal of Conservative Dentistry*, 22(3), 216-222. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_420_18
- Vishwanathaiah, S., Eshaq, R. H., Maganur, P. C., Hakami, M. M., Manqari, A. I., Mawkili, L. K., Alhazmi, A. E., Alsam, S. M., Jafer, A. A., Mohammed, T. I., & Jafer, M. A. (2022). Knowledge and attitude of undergraduate students and interns about human tooth bank: A cross-sectional study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 15(1), 60-64. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2331>
- Vitali, F. C., Nomura, L. H., Delai, D., Henriques, D. H. N., Alves, A. M. H., da Fonseca Roberti Garcia, L., Bortoluzzi, E. A., & Teixeira, C. S. (2019). Disinfection and surface changes of gutta-percha cones after immersion in sodium hypochlorite solution containing surfactant. *Microscopy Research and Technique*, 82(8), 1290-1296. <https://doi.org/10.1002/jemt.23279>
- Wani, S. A., Devi, Y. P., Dass, D., & Priya, R. (2023). Impact of herbal & chemical disinfectant on properties of Gutta percha. *International Journal of Applied Dental Sciences*, 9(1), 170-172. <https://doi.org/10.22271/oral.2023.v9.i1c.1677>
- Zhermack. (2024). Zeta 7 spray. <http://www.zhermack.com/es/product/zeta-7-spray-es/>

IX. ANEXOS

9.1. Anexo A

9.1.1. Autorización para el uso del laboratorio de Biología



Universidad Nacional

FACULTAD DE

Federico Villarreal**ODONTOLOGIA**

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

DEPARTAMENTO ACADÉMICO

Pueblo Libre, 23 de junio de 2025.

OFICIO N° 0158-2025-DAV-FQ-UNFV

Magíster

DE LA CRUZ HERNANDEZ, DIANA MARIELA

RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE BIOLOGIA

Presente. -**ASUNTO:** Autorización para el Uso del Laboratorio.**REFERENCIA:** Carta S/N de la OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO (23/06/2025)

Es grato dirigirme a usted, para saludarla cordialmente y en atención al documento de la referencia, sírvase brindar las facilidades del caso a la Bachiller Srta. Wendy Yanela Escalante Araujo, con la finalidad que realice el rotulado y preparación de muestras, toda vez que encuentra realizando su Plan de Tesis, Titulado: «VARIACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LIMITE ELÁSTICO DE LOS CONOS DE GUTAPERCHA SOMETIDOS A SOLUCIONES DE DESINFECTANTES ALMACENADOS EN DIFERENTES TEMPERATURAS: INVITRO », la misma que permitirá desarrollar su trabajo de investigación.

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

Atentamente,

Dr. Paúl Orestes Mendoza Murillo
Director
Departamento Académico

Se adjunta Protocolo de Tesis (48 folios)
//Flor Barrera

NT: 45505-2025
CC: Wendy Yanela Escalante Araujo

9.2. Anexo B

9.2.1. Carta de presentación para el laboratorio de High Technology Laboratory



Universidad Nacional
Federico Villarreal

FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 1° de agosto de 2025

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

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología, Srta. Wendy Yanela Escalante Araujo, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«VARIACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LIMITE ELÁSTICO DE LOS
CONOS DE GUTAPERCHA SOMETIDOS A SOLUCIONES DE DESINFECTANTES
ALMACENADOS EN DIFERENTES TEMPERATURAS: INVITRO»**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso a la Srta. Escalante quien realizará el siguiente trabajo:

- ✓ Realizará el almacenamiento de muestras por un periodo de 1 mes a diferentes temperaturas, a la vez, realizará pruebas de resistencia de módulo de elasticidad y limite elástico-

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

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

Atentamente



Se adjunta: Plan de Tesis - folios (48)

064-2025
NT: 056352 - 2025

JEMM/Luz V.



HIGH TECHNOLOGY LABORATORY
CERTIFICATE S.A.C.
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN
JEFE DE LABORATORIO

Calle San Marcos N° 351 - Pueblo Libre -
Correo electrónico: ogt.fo@unfv.edu.pe

Telef.: 7480888 - 8335

9.3. Anexo C

9.3.1. Norma ISO

BS EN ISO 527-1:2019



Plastics – Determination of tensile properties

Part 1: General principles (ISO 527-1:2019)

bsi.

Plastics — Determination of tensile properties —

Part 1: General principles

1 Scope

1.1 This part of ISO 527 specifies the general principles for determining the tensile properties of plastics and plastic composites under defined conditions. Several different types of test specimen are defined to suit different types of material which are detailed in subsequent parts of ISO 527.

1.2 The methods are used to investigate the tensile behaviour of the test specimens and for determining the tensile strength, tensile modulus and other aspects of the tensile stress/strain relationship under the conditions defined.

1.3 The methods are selectively suitable for use with the following materials:

- rigid and semi-rigid (see 3.12 and 3.13, respectively) moulding, extrusion and cast thermoplastic materials, including filled and reinforced compounds in addition to unfilled types; rigid and semi-rigid thermoplastics sheets and films;
- rigid and semi-rigid thermosetting moulding materials, including filled and reinforced compounds; rigid and semi-rigid thermosetting sheets, including laminates;
- fibre-reinforced thermosets and thermoplastic composites incorporating unidirectional or non-unidirectional reinforcements, such as mat, woven fabrics, woven rovings, chopped strands, combination and hybrid reinforcement, rovings and milled fibres; sheet made from pre-impregnated materials (prepregs);
- thermotropic liquid crystal polymers.

The methods are not normally suitable for use with rigid cellular materials, for which ISO 1926 is used, or for sandwich structures containing cellular materials.

2 Normative references

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

ISO 291, *Plastics — Standard atmospheres for conditioning and testing*

ISO 2602, *Statistical interpretation of test results — Estimation of the mean — Confidence interval*

ISO 7500-1:2004, *Metallic materials — Verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Verification and calibration of the force-measuring system*

ISO 9513:1999, *Metallic materials — Calibration of extensometers used in uniaxial testing*

ISO 16012, *Plastics — Determination of linear dimensions of test specimens*

ISO 20753, *Plastics — Test specimens*

ISO 23529, *Rubber — General procedures for preparing and conditioning test pieces for physical test methods*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

gauge length

L_0

initial distance between the gauge marks on the central part of the test specimen

NOTE 1 It is expressed in millimetres (mm).

NOTE 2 The values of the gauge length that are indicated for the specimen types in the different parts of ISO 527 represent the relevant maximum gauge length.

3.2

thickness

h

smaller initial dimension of the rectangular cross-section in the central part of a test specimen

NOTE It is expressed in millimetres (mm).

3.3

width

b

larger initial dimension of the rectangular cross-section in the central part of a test specimen

NOTE It is expressed in millimetres (mm).

3.4

cross-section

A

product of initial width and thickness, $A = bh$, of a test specimen.

NOTE It is expressed in square millimetres, (mm²).

3.5

test speed

v

rate of separation of the gripping jaws

NOTE It is expressed in millimetres per minute (mm/min).

3.6

stress

σ

normal force per unit area of the original cross-section within the gauge length

NOTE 1 It is expressed in megapascals (MPa).

NOTE 2 In order to differentiate from the true stress related to the actual cross-section of the specimen, this stress is frequently called "engineering stress".

3.6.1

stress at yield

σ_y

stress at the yield strain

NOTE 1 It is expressed in megapascals (MPa).

NOTE 2 It may be less than the maximum attainable stress (see Figure 1, curves b and c).

3.6.2 strength

σ_m
stress at the first local maximum observed during a tensile test

NOTE 1 It is expressed in megapascals (MPa).

NOTE 2 This may also be the stress at which the specimen yields or breaks (see Figure 1).

3.6.3 stress at $\pm$ % strain

σ_x
stress at which the strain reaches the specified value x expressed as a percentage

NOTE 1 It is expressed in megapascals (MPa).

NOTE 2 Stress at $\pm$ % strain may, for example, be useful if the stress-strain curve does not exhibit a yield point (see Figure 1, curve d).

3.6.4 stress at break

σ_b
stress at which the specimen breaks

NOTE 1 It is expressed in megapascals (MPa).

NOTE 2 It is the highest value of stress on the stress-strain curve directly prior to the separation of the specimen, i.e. directly prior to the load drop caused by crack initiation.

3.7 strain

ϵ
increase in length per unit original length of the gauge.

NOTE It is expressed as a dimensionless ratio, or as a percentage (%).

3.7.1 strain at yield yield strain

ϵ_y
the first occurrence in a tensile test of strain increase without a stress increase

NOTE 1 It is expressed as a dimensionless ratio, or as a percentage (%).

NOTE 2 See Figure 1, curves b and c.

NOTE 3 See Annex A (informative) for computer-controlled determination of the yield strain.

3.7.2 strain at break

ϵ_b
strain at the last recorded data point before the stress is reduced to less than or equal to 10 % of the strength if the break occurs prior to yielding

NOTE 1 It is expressed as a dimensionless ratio, or as a percentage (%).

NOTE 2 See Figure 1, curves a and d.

3.7.3 strain at strength

ϵ_m
strain at which the strength is reached

NOTE It is expressed as a dimensionless ratio, or as a percentage (%).

3.8**nominal strain** ϵ

crosshead displacement divided by the gripping distance

NOTE 1 It is expressed as a dimensionless ratio, or as a percentage (%).

NOTE 2 It is used for strains beyond the yield strain (see 3.7.1) or where no extensometers are used.

NOTE 3 It may be calculated based on the crosshead displacement from the beginning of the test, or based on the increment of crosshead displacement beyond the strain at yield, if the latter is determined with an extensometer (preferred for multipurpose test specimens).

3.8.1**nominal strain at break** ϵ_b

nominal strain at the last recorded data point before the stress is reduced to less than or equal to 10 % of the strength if the break occurs after yielding

NOTE 1 It is expressed as a dimensionless ratio, or as a percentage (%).

NOTE 2 See Figure 1, curves b and c.

3.9**modulus** E_t slope of the stress/strain curve $\sigma(\epsilon)$ in the strain interval between $\epsilon_1 = 0,05\%$ and $\epsilon_2 = 0,25\%$

NOTE 1 It is expressed in megapascals (MPa).

NOTE 2 It may be calculated either as the chord modulus or as the slope of a linear least-squares regression line in this interval (see Figure 1, curve d).

NOTE 3 This definition does not apply to films.

3.10**Poisson's ratio** μ negative ratio of the strain increment $\Delta\epsilon_n$, in one of the two axes normal to the direction of extension, to the corresponding strain increment $\Delta\epsilon_l$ in the direction of extension, within the linear portion of the longitudinal versus normal strain curve

NOTE It is expressed as a dimensionless ratio.

3.11**gripping distance** L

initial length of the part of the specimen between the grips

NOTE It is expressed in millimetres (mm).

3.12**rigid plastic**

plastic that has a modulus of elasticity in flexure (or, if that is not applicable, in tension) greater than 700 MPa under a given set of conditions

3.13**semi-rigid plastic**

plastic that has a modulus of elasticity in flexure (or, if that is not applicable, in tension) between 70 MPa and 700 MPa under a given set of conditions

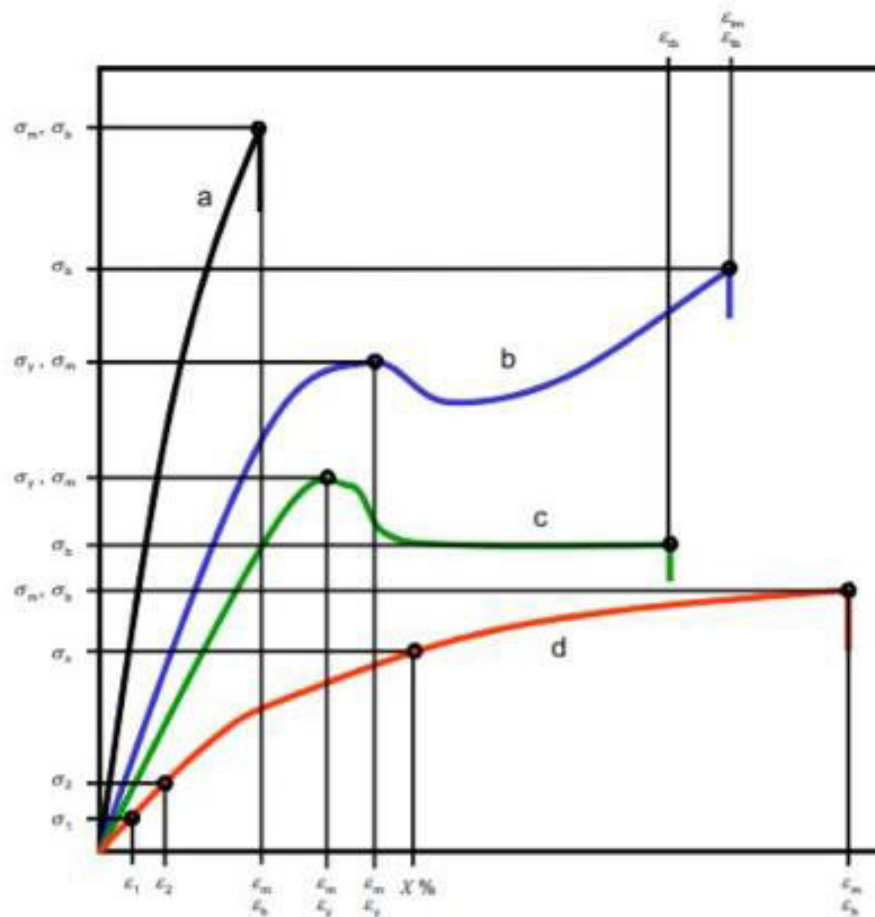


Figure 1 — Typical stress/strain curves

NOTE Curve (a) represents a brittle material, breaking without yielding at low strains. Curve (d) represents a soft rubberlike material breaking at larger strains (>50 %).

4 Principle and methods

4.1 Principle

The test specimen is extended along its major longitudinal axis at a constant speed until the specimen fractures or until the stress (load) or the strain (elongation) reaches some predetermined value. During this procedure, the load sustained by the specimen and the elongation are measured.

4.2 Method

4.2.1 The methods are applied using specimens which may be either moulded to the chosen dimensions or machined, cut or punched from finished and semi-finished products, such as mouldings, laminates, films and extruded or cast sheet. The types of test specimen and their preparation are described in the relevant part of ISO 527 typical for the material. In some cases, a multipurpose test specimen may be used. Multipurpose and miniaturized test specimens are described in ISO 20753.

4.2.2 The methods specify preferred dimensions for the test specimens. Tests which are carried out on specimens of different dimensions, or on specimens which are prepared under different conditions, may produce results which are not comparable. Other factors, such as the speed of testing and the conditioning of the specimens, can also influence the results. Consequently, when comparative data are required, these factors shall be carefully controlled and recorded.

5 Apparatus

5.1 Testing machine

5.1.1 General

The machine shall comply with ISO 7500-1 and ISO 9513, and meet the specifications given in 5.1.2 to 5.1.6, as follows.

5.1.2 Test speeds

The tensile-testing machine shall be capable of maintaining the test speeds as specified in Table 1.

Table 1 — Recommended test speeds

Test speed * mm/min	Tolerance %
0.125	±20
0.25	
0.5	
1	
2	
5	
10	
20	±10
50	
100	
200	
300	
500	

5.1.3 Grips

Grips for holding the test specimen shall be attached to the machine so that the major axis of the test specimen coincides with the direction of extension through the centre line of the grip assembly. The test specimen shall be held such that slip relative to the gripping jaws is prevented. The gripping system shall not cause premature fracture at the jaws or squashing of the specimen in the grips.

For the determination of the tensile modulus, it is essential that the strain rate is constant and does not change, for example, due to motion in the grips. This is important especially if wedge action grips are used.

NOTE For the prestress, which might be necessary to obtain correct alignment (see 9.3) and specimen seating and to avoid a toe region at the start of the stress/strain diagram, see 9.4.

5.1.4 Force indicator

The force measurement system shall comply with class 1 as defined in ISO 7500-1:2004.

5.1.5 Strain indicator

5.1.5.1 Extensometers

Contact extensometers shall comply with ISO 9513:1999, class 1. The accuracy of this class shall be attained in the strain range over which measurements are being made. Non-contact extensometers may also be used, provided they meet the same accuracy requirements.

The extensometer shall be capable of determining the change in the gauge length of the test specimen at any time during the test. It is desirable, but not essential, that the instrument should record this change automatically. The instrument shall be essentially free of inertia lag at the specified speed of testing.

For accurate determination of the tensile modulus E , an instrument capable of measuring the change of the gauge length with an accuracy of 1 % of the relevant value or better shall be used. When using test specimens of type 1A, this corresponds to a requirement of absolute accuracy of $\pm 1,5 \mu\text{m}$, for a gauge length of 75 mm. Smaller gauge lengths lead to different accuracy requirements, see Figure 2.

NOTE Depending on the gauge length used, the accuracy requirement of 1 % translates to different absolute accuracies for the determination of the elongation within the gauge length. For miniaturized specimens, these higher accuracies might not be attainable, due to lack of appropriate extensometers (see Figure 2).

Commonly used optical extensometers record the deformation taken at one broad test-specimen surface. In the case of such a single-sided strain-testing method, ensure that low strains are not falsified by bending, which may result from even faint misalignment and initial warpage of the test specimen, and which generates strain differences between opposite surfaces of the test specimen. It is recommended to use strain-measurement methods that average the strains of opposite sides of the test specimen. This is relevant for modulus determination, but less so for measurement of larger strains.

5.1.5.2 Strain gauges

Specimens may also be instrumented with longitudinal strain gauges; the accuracy of which shall be 1 % of the relevant value or better. This corresponds to a strain accuracy of 20×10^{-6} (20 microstrains) for the measurement of the modulus. The gauges, surface preparation and bonding agents should be chosen to exhibit adequate performance on the subject material.

5.1.6 Recording of data

5.1.6.1 General

The data acquisition frequency needed for the recording of data (force, strain, elongation) must be sufficiently high in order to meet accuracy requirements.

5.1.6.2 Recording of strain data

The data acquisition frequency for recording of strain data depends on

- v the test speed, in mm/min;
- L_0/l , the ratio between the gauge length and initial grip-to-grip separation;

- r the minimum resolution, in mm, of the strain signal required to obtain accurate data. Typically, it is half the accuracy value or better.

The minimum data acquisition frequency f_{min} , in Hz, needed for integral transmission from the sensor to the indicator can then be calculated as:

$$f_{min} = \frac{v}{60} \times \frac{L_0}{L \cdot r} \quad (1)$$

The recording frequency of the test machine shall be at least equal to this data rate f_{min} .

5.1.6.3 Recording of force data

The required recording rate depends on the test speed, the strain range, the accuracy and the gripping distance. The modulus, the test speed and the gripping distance determine the rise rate of force. The ratio of rise rate of force to the accuracy needed determines the recording frequency. See below for examples.

Rise rate of force is given by:

$$\dot{F} = \frac{E \cdot A \cdot v}{60L} \quad (2)$$

where

E is the Elastic Modulus, expressed in megapascals (MPa);

A is the cross-sectional area of the test specimen, expressed in square millimetres (mm²);

v is the test speed, expressed in millimetres per minute (mm/min);

L is the gripping distance, expressed in millimetres (mm).

Using the force difference in the modulus range to define accuracy requirement in the same way as for the extensometer, the following equations apply, assuming that the relevant force is to be determined to within 1 %:

Force difference in modulus range:

$$\Delta F = E \cdot A \cdot (\epsilon_2 - \epsilon_1) = E \cdot A \cdot \Delta \epsilon \quad (3)$$

Accuracy (half of 1 %):

$$r = 5 \times 10^{-3} \times \Delta F = 5 \times 10^{-3} \times E \cdot A \cdot \Delta \epsilon \quad (4)$$

Recording frequency:

$$f_{force} = \frac{\dot{F}}{r} = \frac{E \cdot A \cdot v}{E \cdot A \cdot \Delta \epsilon \times 60 \times L \times 5 \times 10^{-3}} \quad (5)$$

EXAMPLE:

With $v = 1$ mm/min, $\Delta \epsilon = 2 \times 10^{-3}$ and $L = 115$ mm, a recording frequency of $f_{force} = 14,5$ Hz is found.

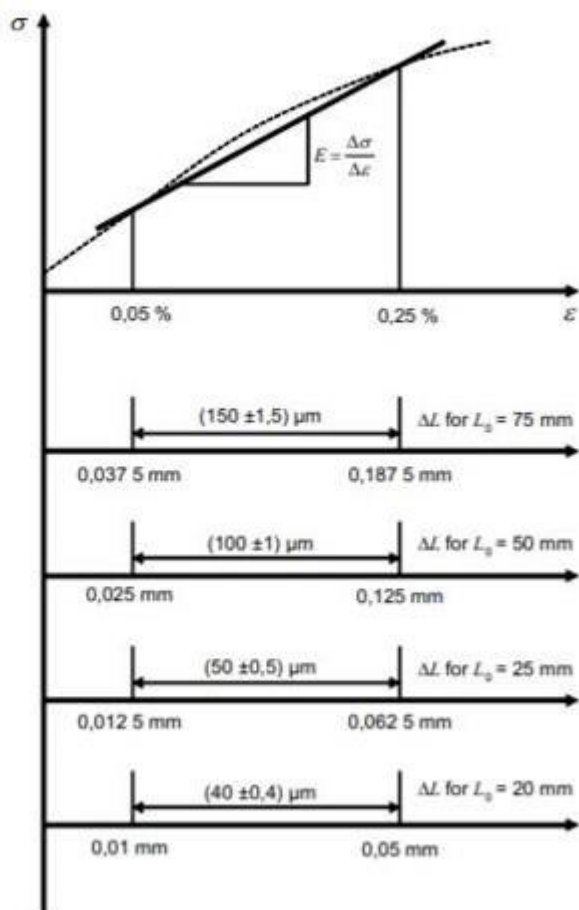


Figure 2 — Accuracy requirements for extensometers for modulus determination at different gauge lengths, assuming an accuracy of 1 %

5.2 Devices for measuring width and thickness of the test specimens

See ISO 16012 and ISO 23529, where applicable.

6 Test specimens

6.1 Shape and dimensions

See the part of ISO 527 relevant to the material being tested.

6.2 Preparation of specimens

See the part of ISO 527 relevant to the material being tested.

It is preferable to unload the test specimen before testing at a different speed, but it is also acceptable to change the speed without unloading after the tensile modulus has been determined. When changing the speed during the test, make sure that the change in speed occurs at strains $\varepsilon \leq 0,3 \%$.

For any other testing purposes, separate specimens shall be used for different test speeds.

9.7 Recording of data

Preferably record the force and the corresponding values of the increase of the gauge length and of the distance between the grips during the test. This requires three data channels for data acquisition. If only two channels are available, record the force signal and the extensometer signal. It is preferable to use an automatic recording system.

10 Calculation and expression of results

10.1 Stress

Calculate all stress values, defined in 3.6, using the following equation:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (8)$$

where

- σ is the stress value in question, expressed in megapascals (MPa);
- F is the measured force concerned, expressed in newtons (N);
- A is the initial cross-sectional area of the specimen, expressed in square millimetres (mm²).

When determining stress at $x \%$ strain, x shall be taken from the relevant product standard or agreed upon by the interested parties.

10.2 Strain

10.2.1 Strains determined with an extensometer

For materials and/or test conditions for which a homogeneous strain distribution is prevalent in the parallel section of the test specimen, i.e. for strains prior and up to a yield point, calculate all strain values, defined in 3.7, using the following equation:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L_0}{L_0} \quad (9)$$

where

- ε is the strain value in question, expressed as a dimensionless ratio, or as a percentage;
- L_0 is the gauge length of the test specimen, expressed in millimetres (mm);
- ΔL_0 is the increase of the specimen length between the gauge marks, expressed in millimetres (mm).

The determination of strain values using an extensometer averages strains over the gauge length. This is correct and useful, as long as the deformation of the test specimen within the gauge length is homogeneous. If the material starts necking, the strain distribution becomes inhomogeneous and strains determined with an extensometer are strongly influenced by the position and size of the neck zone. In such cases, use nominal strain to describe the strain evolution after a yield point.

9.4. Anexo D

9.4.1. Acta de aprobación del proyecto de investigación



Universidad Nacional
Federico Villarreal

**Facultad de
Odontología**



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

N°111-04-2025

Los miembros del Comité de Ética de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal integrado por la Mg. Carmen Rosa García Rupaya en calidad de Presidenta, Dr. Daniel Augusto Alvitez Temoche en calidad de miembro y Mg. Nimia Peltroche Adrianzen en calidad de miembro, se reunieron virtualmente para evaluar a solicitud del Director de la Unidad de Investigación, Innovación y Emprendimiento, el Proyecto de Investigación:

Título: "VARIACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LÍMITE ELÁSTICO DE LOS CONOS DE GUTAPERCHA SOMETIDOS A SOLUCIONES DE DESINFECTANTES ALMACENADOS EN DIFERENTES TEMPERATURAS: INVITRO"

Investigador: Bachiller ESCALANTE ARAUJO WENDY YANELA

Código de inscripción: 111-04-2025

Proyecto de investigación: versión última de fecha 23 de abril de 2025

Luego de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el proyecto presentado por el bachiller Wendy Escalante, y de acuerdo al Reglamento del Comité de Ética de la Universidad Nacional Federico Villarreal (Resolución R.N.° 6437-2019-UNFV) se concluye en el siguiente calificativo: **Favorable con Aprobación**

La aprobación considera el cumplimiento de los estándares de la Facultad y de la Universidad, los lineamientos científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio y la capacitación del equipo de investigación. En el caso de participación de seres humanos la confidencialidad de los datos y el ejercicio de la autonomía mediante la aplicación del consentimiento informado.

Los miembros del Comité de Ética suscribimos el presente documento:

Lima, 06 de mayo de 2025



Mg. Carmen Rosa García Rupaya
Presidenta
Comité de Ética en Investigación



Mg. Nimia Peltroche Adrianzen
Miembro
Comité de Ética en Investigación



Dr. Daniel Alvitez Temoche
Miembro
Comité de Ética en Investigación

9.5. Anexo E

9.5.1. Certificado de calibración del instrumento de medición



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - 182 - 2025

Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión

Página 1 de 4

Expediente	1056413	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Solicitante	HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.	
Dirección	Jirón Nepentas 364 urb. san silvestre San juan de Lurigancho	La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL	
Intervalo de Indicaciones	0 N a 5000 N (*)	La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.
Resolución	0,01 N	
Marca	LIANGONG	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Modelo	CMT-5L	
Número de Serie	7419	
Procedencia	NO INDICA	
Clase de Exactitud	NO INDICA	
Fecha de Calibración	2025-07-01	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área	Responsable del laboratorio
	 Firmado digitalmente por QUISPE CUSIPUMA Billy Berino FAU 20600283015 soft Fecha: 2025-07-11 19:44:32
Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión

Certificado de Calibración LFP – 182 – 2025

Página 2 de 4

Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

Lugar de Calibración

AREA DE ENSAYOS DE MATERIALES II

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	17,5°C	17,7°C

Patrones de referencia

Trazabilidad metrológica	Patrón de medición	Documento de calibración
Patrón de referencia del Centro Nacional de Metrología de México (CENAM)	Transductor de Fuerza LFP-02-014 Clase 0,5	CNM-CC-720-367/2023 DE :2023-10-10

Observaciones

Utilizar el newton como unidad de medida de fuerza dentro del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

La máquina de ensayo cuenta con una celda de carga de 500 kg, serie 21453664 y modelo STC-500kg

(*) Solo se calibro hasta el alcance de 4 800 N a solicitud del cliente



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión

Certificado de Calibración LFP – 182 – 2025

Página 3 de 4

Resultados de Medición

Dirección de Carga : Tracción

Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo		Indicación en el Transductor de Fuerza patrón						Error de Medición
		1 ^{ra} Setim Ascenso	2 ^{da} Setim Ascenso	3 ^{ra} Setim Ascenso	3 ^{ra} Setim Descenso	4 ^{ta} Setim Ascenso	5 ^{ta} Setim Ascenso	
(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)
10	500,00	503,24	503,26	504,59	*****	*****	503,70	-3,70
20	1 000,00	1 004,58	1 001,45	999,63	*****	*****	1 001,88	-1,88
30	1 500,00	1 503,49	1 497,59	1 498,89	*****	*****	1 499,99	0,01
40	2 000,00	1 991,31	1 998,73	2 001,40	*****	*****	1 997,15	2,85
50	2 500,00	2 533,81	2 497,72	2 497,84	*****	*****	2 509,79	-9,79
60	3 000,00	3 000,95	2 995,23	2 996,93	*****	*****	2 997,71	2,29
70	3 500,00	3 501,89	3 495,87	3 493,19	*****	*****	3 496,99	3,01
80	4 000,00	4 003,98	3 993,11	3 996,18	*****	*****	3 997,76	2,24
90	4 500,00	4 497,84	4 494,05	4 487,12	*****	*****	4 493,00	7,00
95	4 800,00	4 797,35	4 791,43	4 794,90	*****	*****	4 794,56	5,44

Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Valor Nominal		Errores de Medición en Nuevos encontrados en %					Incertidumbre de Medición U (%) $k=2$
		Indicación a	Repetibilidad b	Reproducibilidad c	Resolución Relativa d	Error con Aceleración e	
(N)	(N)						
10	500,00	-0,73	0,27	*****	0,00	*****	0,22
20	1 000,00	-0,19	0,49	*****	0,00	*****	0,32
30	1 500,00	0,00	0,39	*****	0,00	*****	0,27
40	2 000,00	0,14	0,51	*****	0,00	*****	0,33
50	2 500,00	-0,39	1,43	*****	0,00	*****	0,96
60	3 000,00	0,08	0,19	*****	0,00	*****	0,17
70	3 500,00	0,09	0,25	*****	0,00	*****	0,20
80	4 000,00	0,06	0,27	*****	0,00	*****	0,21
90	4 500,00	0,16	0,24	*****	0,00	*****	0,19
95	4 800,00	0,11	0,12	*****	0,00	*****	0,15
Error relativo de cero f_0		0,11					

Clase de la escala de la máquina	Valores máximos permitidos % Según la Norma ISO 7500-1				
	Indicación a	Repetibilidad b	Reproducibilidad c	Resolución Relativa d	Cero f_0
0.5	± 0.5	0.5	± 0.75	0.25	± 0.65
1	± 1.0	1.0	± 1.5	0.5	± 1.1
2	± 2.0	2.0	± 3.0	1.0	± 2.3
3	± 3.0	3.0	± 4.5	1.5	± 3.3

N = newton

La estimación de la incertidumbre fue realizada según el anexo C de la ISO 7500-1.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión

Certificado de Calibración LFP – 182 – 2025

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Fecha de Emisión del Documento

Se considera como fecha de emisión del documento la fecha que figura en la firma digital del responsable de área.

Dirección de Metrología

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPi mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO/IEC 17043; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

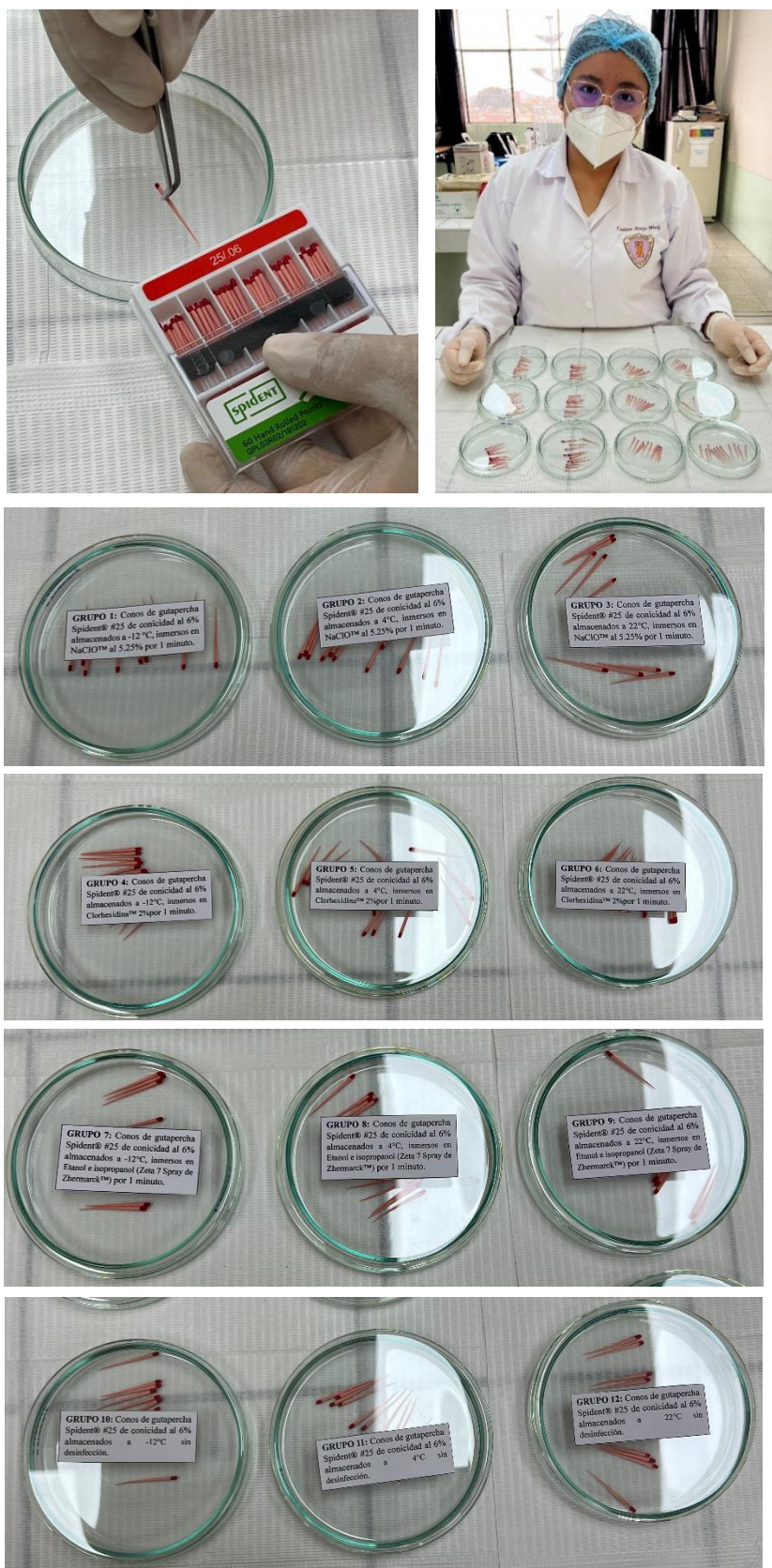
Sistema Interamericano de Metrología - SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

----- FIN DEL DOCUMENTO -----

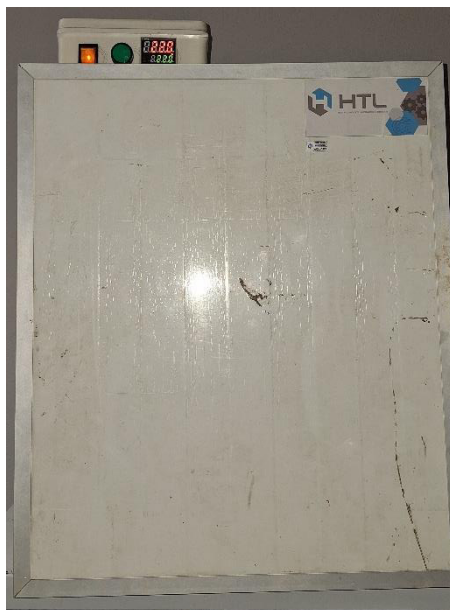
9.6. Anexo F

9.6.1. Formación y rotulado de los grupos experimentales



9.7. Anexo G

9.7.1. Almacenamiento de los 12 grupos experimentales en los controladores de frío



9.8. Anexo H

9.8.1. Certificado de calibración del termómetro infrarrojo



INGENIERÍA EN METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 1

Nº CTU-2348-2024

Fecha de emisión: 2024-09-12

Expediente: 2956-2024

UNIDAD BAJO PRUEBA: TERMÓMETRO INFRARROJO

Marca: MESTEK
Modelo: IR02B
Serie: NO INDICA
Identificación: UMT-4957 (*)
Ubicación: NO INDICA

Rango de indicación: -50 °C a 800 °C
División mínima: 0,1 °C
Procedencia: CHINA
Sensor: Infrarrojo

SOLICITANTE: HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
Dirección: JR. NEPENTAS NRO. 364 URB. SAN SILVESTRE - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA

DE LA CALIBRACIÓN: Fecha: 2024-09-12
Lugar: Laboratorio de Temperatura de UNIMETRO S.A.C.
Método: La calibración se efectuó tomando como referencia el "Procedimiento TH-002 para la calibración de termómetros de Radiación de Infrarrojo".
Edición digital 1 del CEM de España.

RESULTADO DE LAS MEDICIONES:

INDICACIÓN TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TCV (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
50,0	-1,8	48,2	2,4
100,0	1,3	101,3	2,4
150,0	2,1	152,1	2,4

Temperatura Convencionalmente Verdadera (TCV) = Indicación del termómetro + Corrección

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

CONDICIONES AMBIENTALES:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,1	20,4
Humedad Relativa (%HR)	63	63

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Termómetro patrón de 0,01 °C de resolución Código: IT-046	LT-052-2024 INACAL DM
Patrones de referencia del INACAL-DM	Termómetro patrón de 0,01 °C de resolución Código: IT-027	LT-053-2024 INACAL DM

OBSERVACIONES:

- (*) Identificación asignada por UNIMETRO S.A.C., grabada en una etiqueta adherida al instrumento.
- Las mediciones fueron realizadas con una fuente térmica con un emisividad de fábrica de 0,95.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.



Gerente de Metrología
Reg. CIP N° 137294



Firmado digitalmente por
INGA CHUCOS
MOISES ADOLFO
FIR 10020315 hard
Fecha: 2024.09.21
13:18:07 -05'00'



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

9.9. Anexo I

9.9.1. Certificado de calibración del termohigrómetro de indicación digital



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 037



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Laboratorio de Temperatura

DT-23D-24
TH24
1176
JULIO - 2024

Este Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

TECHNICAL SERVICE GROUP S.A.C. como organismo de evaluación de la conformidad realiza servicios de calibración, a la vez que calibra y mantiene sus patrones con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.

Los resultados mostrados en el presente certificado son válidos únicamente para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones.

Con el objeto de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debe recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados, quien podría definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

TECHNICAL SERVICE GROUP S.A.C. no se responsabiliza por cualquier daño derivado del uso inadecuado del instrumento calibrado, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Solicitante : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY
CERTIFICATE S.A.C.

Dirección : JR. NEPENTAS N° 364
URB. SAN SILVESTRE – LIMA 36.

Instrumento : TERMOHIGRÓMETRO DE INDICACIÓN
DIGITAL

Fabricante/Marca : ELITECH

Modelo : RC-4HC

Número de Serie : EF723A101915

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Fecha de calibración : DEL 2024-07-15 AL 2024-07-17

Fecha de emisión : 2024-07-18

Lugar de calibración : Laboratorio de Temperatura
Technical Service Group S.A.C.
Calle San Lucas N° 107 - Oficina 202
Lima 21.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN / PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realiza por comparación de acuerdo al "Procedimiento de calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad en aire - Centro Español de Metrología. Edición Digital - TH-007".

Sello



FORM-76 / 4° Versión , Junio 2024

Responsable Técnico

Firmado digitalmente por:
VELASQUEZ LOPEZ LUIS
ENRIQUE FIR 10193944 hard
Motivo: Revisado
Fecha: 23/07/2024 08:54:42-0500

Responsable del Laboratorio

José Gallegos Rimachi

TECHNICAL SERVICE GROUP S.A.C.
Calle San Lucas N° 107 - Int. 202 - Lima 21
Teléfono: ++ 511-463 0651
E-mail: ventas@technicalperu.com
www.technicalperu.com

Este documento no puede ser reproducido total o parcialmente, salvo autorización expresa de TECHNICAL SERVICE GROUP S.A.C. El presente documento carece de valor sin el sello y las firmas correspondientes.





LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 037



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Temperatura

DT-230-24

TH24

1176

JULIO - 2024

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INSTRUMENTO CALIBRADO

Características	Humedad Relativa	Temperatura interna INDOOR	Temperatura externa OUTDOOR
Intervalo de indicación	0,0 %hr A 100,0 %hr	-30,0 °C A 60,0 °C	-40,0 °C A 85,0 °C
Resolución	0,1 %hr	0,1 °C	0,1 °C
Tipo de indicación	DIGITAL	DIGITAL	DIGITAL

PATRONES DE REFERENCIA

Trazabilidad	Nombre del patrón	Código	Certificado de Calibración
INSTRUMENTS LAB	HIGRÓMETRO DIGITAL PATRÓN	THG-02	H-23-0008
INSTRUMENTS LAB	HIGRÓMETRO DIGITAL PATRÓN	THG-03	H-23-0007
INACAL - DM	TERMÓMETRO AMBIENTAL PATRÓN	TER-05 - A	LT-230-2023
INACAL - DM	TERMÓMETRO AMBIENTAL PATRÓN	TER-05 - B	LT-230-2023

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	Humedad Relativa
20,3 °C	58,6 %hr



OBSERVACIONES

- El tiempo de estabilización para las lecturas fue 30 minutos.
- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición corresponden con la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale - ITS-90).
- Con fines de identificación se colocó un sticker que indica el estado de la calibración.
- Los valores de Humedad Relativa Convencionalmente Verdadera y las correcciones correspondientes han sido obtenidas a una temperatura de referencia aproximada a 23,0 °C.
- El instrumento cuenta con la función de registro programable (datalogger).
- La calibración se realizó mediante lecturas del registro programable utilizando el software ElitechLog V7.2.2.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre de medición expandida (U) resulta de la multiplicación de la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, fue determinada según "La Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición" (segunda edición, Julio 2011). Generalmente el valor de la magnitud de la medición esta dentro del intervalo de los valores asignados con una probabilidad de aproximadamente 95%.





LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 037



Registro N° LC - 037

3 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Temperatura

DT-23D-24
TH24
1176
JULIO - 2024

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN PARA EL HIGRÓMETRO

Indicación del higrómetro	Humedad Relativa convencionalmente verdadera	Corrección	Incertidumbre
% hr	% hr	% hr	% hr
42,7	40,0	-2,7	1,7
69,8	70,2	0,4	1,7
86,1	89,7	3,6	1,9

La Humedad Relativa Convencionalmente Verdadera (HCV) = Indicación del higrómetro + Corrección

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN PARA EL TERMÓMETRO (INDOOR)

Indicación del termómetro	Temperatura convencionalmente verdadera	Corrección	Incertidumbre
°C	°C	°C	°C
14,9	14,96	0,06	0,27
24,9	25,04	0,14	0,22
34,8	34,93	0,13	0,24

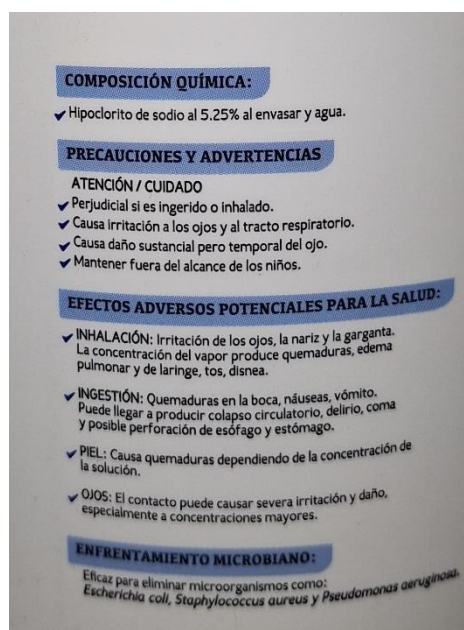
La Temperatura Convencionalmente Verdadera (TCV) = Indicación del termómetro + Corrección

Fin del documento



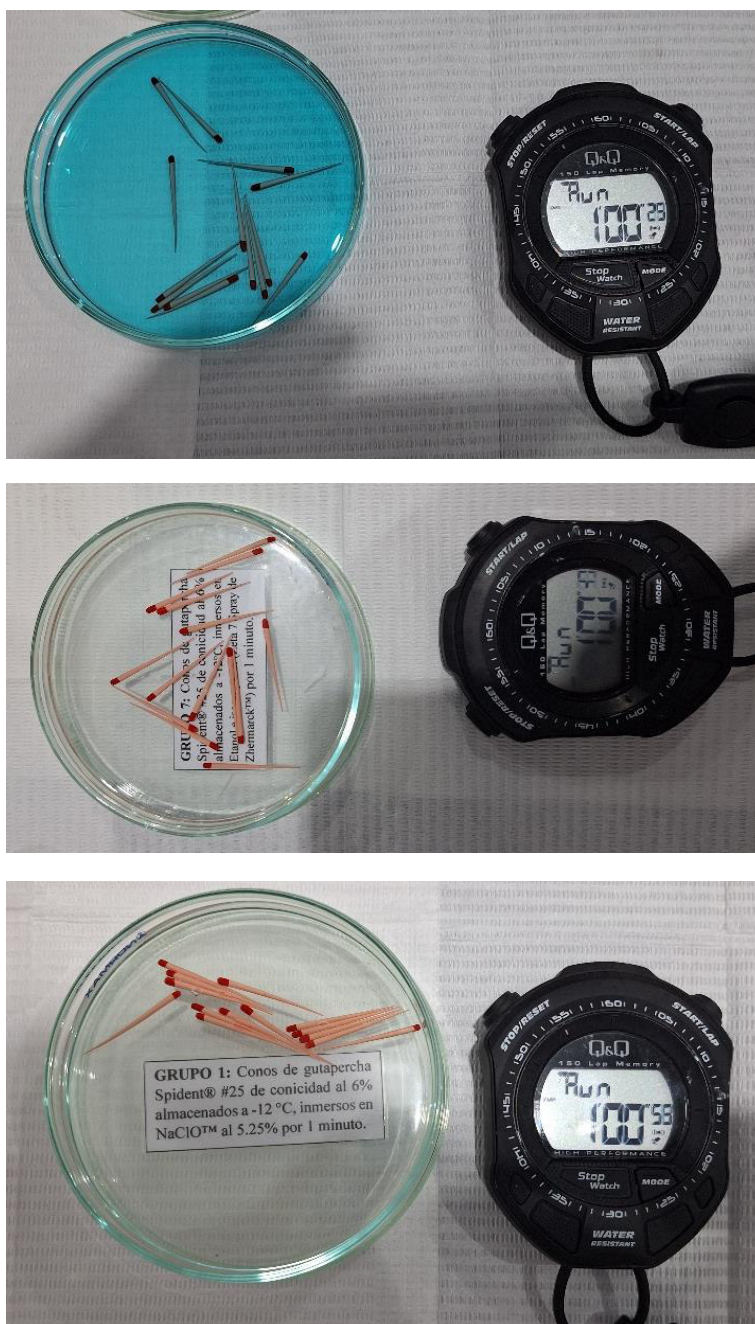
9.10. Anexo J

9.10.1. Agentes desinfectantes



9.11. Anexo K

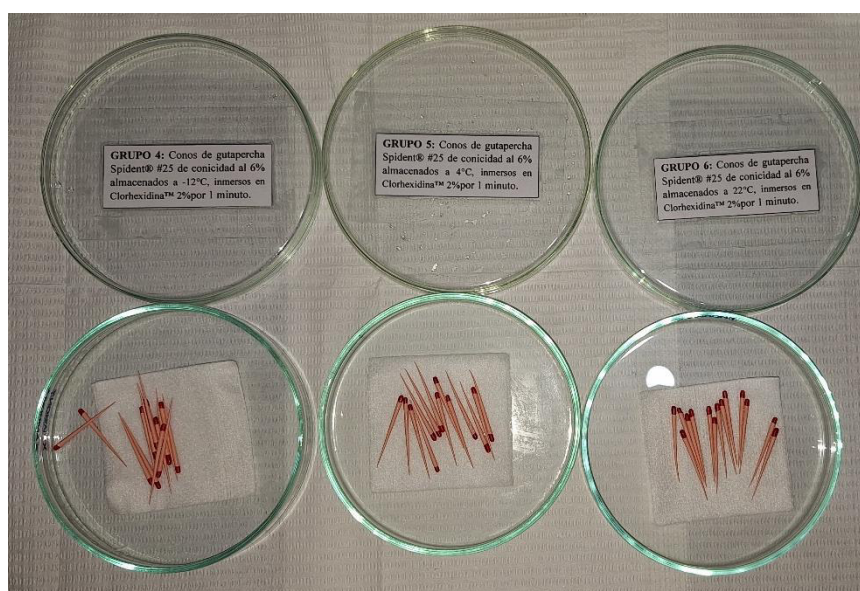
9.11.1. Desinfección de los 12 grupos experimentales



Inmersión de los conos de gutapercha por 1 minuto de acuerdo con los grupos experimentales



Inmersión en agua destilada



Secado con gasa estéril y colocados a temperatura ambiente por 24 horas antes de las pruebas mecánicas

9.12. Anexo L

9.12.1. Certificado de calibración del cronómetro



INGENIERÍA EN METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 1

N° CRTU-010-2024

Fecha de emisión: 2024-08-08
Expediente: 2413-2024

UNIDAD BAJO PRUEBA: CRONÓMETRO

Marca: Q & Q
Modelo: ET-K9308
Serie: 206Q05R
Identificación: UMR-005 (*)
Ubicación: No Indica

Tipo de indicación: Digital
Alcance de indicación: 23 h 59 m 59 s
División de escala: 0,01 s
Procedencia: China

SOLICITANTE: HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.

Dirección: JR. NEPENTAS NRO. 364 URB. SAN SILVESTRE SAN JUAN DE LURIGANCHO-LIMA - LIMA

DE LA CALIBRACIÓN: Fecha: 2024-06-14 al 2024-06-15
Lugar: Laboratorio de Calibración de UNIMETRO S.A.C.
Método: Comparación directa con cronómetro patrón certificado.

RESULTADO DE LAS MEDICIONES

Tiempo Medido	Promedio Patrón (s)	Promedio Equipo (s)	Error de Indicación (s)	Incertidumbre ± (s)
0 s	0,00	0,00	0,00	0,01
5 s	5,00	5,03	-0,03	0,58
30 s	30,00	30,03	-0,03	0,58
1 min	60,00	60,03	-0,03	0,58
10 min	600,00	600,05	-0,05	0,58
30 min	1800,00	1800,07	-0,07	0,58
1 h	3599,00	3599,07	-0,07	0,58

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

CONDICIONES AMBIENTALES:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	21,2	21,8
Humedad Relativa (%hr)	64	65

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Cronómetro patrón de 0,01 s de resolución CR-02	LTF-022-2022 - INACAL-DM

OBSERVACIONES:

- (*) Identificación asignada por UNIMETRO S.A.C., grabada en una etiqueta adherida al instrumento.
- El resultado de cada una de las medidas es de un promedio de 5 mediciones.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.



Gerente de Metrología
Reg. CIP N° 137294
Ing. Moises A. Inga Chuco

Fecha:
2024.08.08
14:17:58
-05'00'

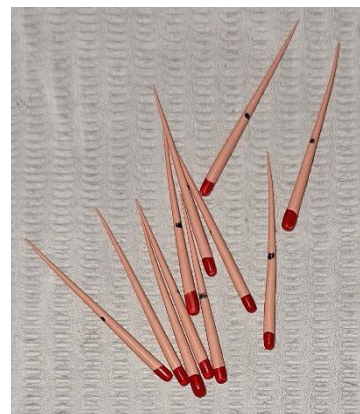


PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE UNIMETRO S.A.C.

"Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima, Perú
Telef.: (511) 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981421743
Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com"

9.13. Anexo M

9.13.1. Medición del diámetro de los conos de gutapercha



Pie de rey digital Mitutoyo-200mm

9.14. Anexo N

9.14.1. Certificado de calibración del pie de rey



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA
CON REGISTRO N° LC - 022



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CL-143-2024

Página 1 de 3

Fecha de emisión: 2024-08-10
Expediente: 2458-2024

SOLICITANTE
Dirección : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
: JR. NEPENTAS NRO. 364 URB. SAN SILVESTRE SAN
JUAN DE LURIGANCHO-LIMA - LIMA

UNIDAD BAJO PRUEBA
Marca : PIE DE REY
Modelo : MITUTOYO
Cód. fábrica : CD-8" ASX
Número de serie : S00-197-30
Cód. de identificación : 823082834
Ubicación : No indica
Alcance Indic. : No indica
Resolución : 0 mm a 200 mm;
0 in. a 8 in
Tipo de indicación : 0,01 mm; 0,0005 in
Procedencia : Digital
Tipo de indicación : Digital
Procedencia : Japon

DE LA CALIBRACIÓN
Fecha : 2024-08-10
Lugar : Laboratorio de Calibración de UNIMETRO S.A.C.
Método : Según el PC-012 Procedimiento de calibración de pie
de rey 5ta. Edición, Agosto 2012, SNM-INDECOPI.

UNIMETRO S.A.C. ofrece a la industria y
laboratorios de ensayo en general, los servicios
de calibración de equipos e instrumentos de
medición, contando para ello con un laboratorio
equipado con equipos de alta tecnología y
patrones trazables a patrones nacionales y
patrones de referencia (DM-INACAL).

Los resultados del presente certificado sólo son
válidos para el objeto calibrado y se refieren al
momento y condiciones en que se realizaron las
mediciones y no debe utilizarse como certificado
de conformidad con normas de producto o como
certificado del sistema de calidad de la entidad
que lo produce.

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los
prejuicios que pueda ocasionar el uso
inadecuado de este equipo e instrumento
después de su calibración, ni de una incorrecta
interpretación de los resultados de calibración
que figuran en este documento.

El usuario debe recalibrar sus equipos en
intervalos adecuados, teniendo como base las
características del trabajo realizado así como el
mantenimiento del instrumento y el tiempo de
vida del mismo.

RESULTADO DE LAS MEDICIONES
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente
documento.
La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre
estándar multiplicado por un factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de
confianza de aproximadamente 95 %.

TRAZABILIDAD
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de referencia del
Laboratorio Nacional y/o laboratorios acreditados, en concordancia con el Sistema
Internacional de Unidades de Medida (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques Patrón de Longitud IL-04	LLA-C-003-2023 - INACAL-DM
	Varillas Cilíndricas IL-15	LLA-200-2021 - INACAL-DM
	Anillo Patrón IL-34	LLA-174-2021 - INACAL-DM



Firmado
digitalmente por
INGA CHUCOS
MOISES ADOLFO
FIR 10020315 hard
Fecha: 2024.08.10
12:09:33 -05'00'
MOISES ADOLFO INGA CHUCOS
INGENIERO FISICO
CIP N° 137254



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

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	20,0 °C ± 2,0 °C
-------------	------------------

RESULTADOS DE MEDICIÓN

ERROR DE REFERENCIA INICIAL (I): 0 μm

ERROR DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES

VALOR PATRÓN (mm)	PROMEDIO DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY (mm)	ERROR (μm)
0,000	0,000	0
50,000	50,000	0
100,000	99,997	-3
149,999	149,994	-5
199,999	199,997	-2

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E) (μm)
150,00	10

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE REPETIBILIDAD (R) (μm)
150,00	10

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES (S _{i-E}) (μm)
20,00	-3

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD (S _{p-E}) (μm)
20,00	-3

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO LINEAL (L) (μm)
9,98	10

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA (J) (μm)
20,00	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES (K) (μm)
5,00	0

Incertidumbre del error de indicación del pie de rey: $[(10,94^2 + 0,007^2 * L^2)]^{1/2} \mu m$

L: indicación del pie de rey expresado en milímetros

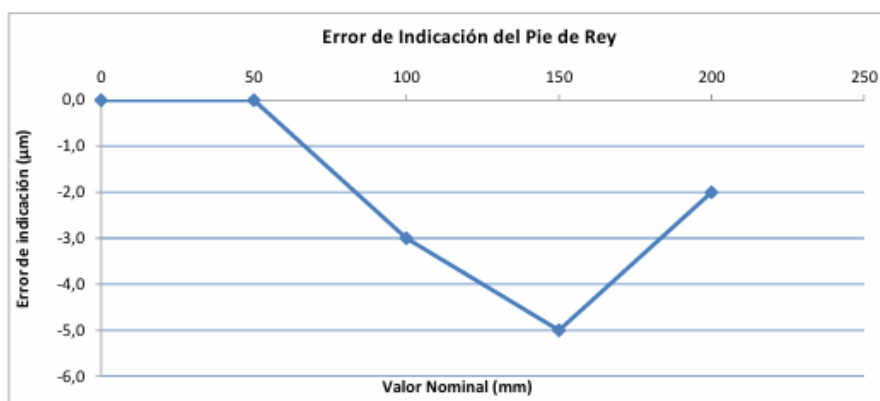
Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores (S_{E-I})

Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (S_{E-P})

Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permisible de $\pm 30 \mu m$, según norma DIN 862-1988.

OBSERVACIONES

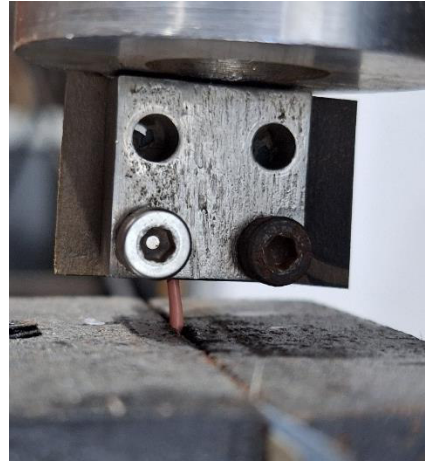
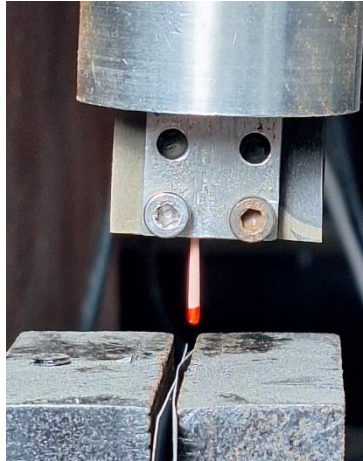
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" en el instrumento.



FIN DEL DOCUMENTO

9.15. Anexo Ñ

9.15.1. Ejecución de la prueba en la máquina de ensayo universal



9.16. Anexo O

9.16.1. Diagrama de tensión y deformación del cono de gutapercha



9.18. Anexo Q

9.18.1. Informe final de las 132 pruebas de tracción en conos de gutapercha



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 5

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0140-2025	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	06-08-2025
ENSAYO DE TRACCION EN CONOS DE GUTAPERCHA ODONTOLÓGICOS					
1. DATOS DEL SOLICITANTE					
Nombre de tesis	"VARIACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD Y LIMITE ELÁSTICO DE LOS CONOS DE GUTAPERCHA SOMETIDOS A SOLUCIONES DE DESINFECTANTES ALMACENADOS EN DIFERENTES TEMPERATURAS: INVITRO"				
Nombres y Apellidos	Escalante Araujo Wendy Yanela				
D.N.I.	74303889				
Dirección	Mz RR5 Lt 25 Los Olivos de Pro-Los Olivos				
2. EQUIPOS UTILIZADOS					
Instrumento	Marca	Aproximación	Calibración	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos únicamente para las muestras ensayadas.	
Equipo de Ensayos Mecánicos	LG CMT- 5L	0.001N	LFP-182-2025		
Vernier Digital	Mitutoyo - 200 mm	0.01mm	CL-143-2024		
Termómetro Infrarrojo	MESTEK - IR02B	0,1 °C	CTU-2348-2024		
Data logger	ELITECH	0,1 °C	TH24-1176		
3. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA					
Muestras de conos de gutapercha	Cantidad	: Ciento treinta y dos (132) muestras			HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	: conos de gutapercha expuestos en:			
	Grupo 1	: -12 °C inmersos en NaClO™ al 5.25%			
	Grupo 2	: 4 °C inmersos en NaClO™ 5.25%			
	Grupo 3	: 22 °C inmersos en NaClO™ 5.25%			
	Grupo 4	: -12 °C inmersos en Clorhexidina™ 2%			
	Grupo 5	: 4 °C inmersos en Clorhexidina™ 2%			
	Grupo 6	: 22 °C inmersos en Clorhexidina™ 2%			
	Grupo 7	: -12 °C inmersos en Etanol e isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™)			
	Grupo 8	: 4 °C inmersos en Etanol e isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™)			
	Grupo 9	: 22 °C inmersos en Etanol e isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™)			
	Grupo 10	: -12 °C sin desinfección			
Grupo 11	: 4 °C sin desinfección				
Grupo 12	: 22 °C sin desinfección				
*Información proporcionada por el solicitante.					
4. DATOS DE ENSAYO					
Fecha de Recepción de muestras	28 de Junio del 2025			Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de calidad de la entidad que lo produce.	
Analista asignado	BZT				
Condiciones de la muestra	--				
Fecha de Ensayo	28 de Junio del 2025 al 02 de Agosto del 2025				
Lugar de Ensayo	HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. Jr. Nepentás 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.				
5. CONDICIONES DE ENSAYO					
	Inicial	Final	 El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.		
Temperatura	18.8 °C	18.8 °C			
Humedad Relativa	80.0 %HR	80.0 %HR			

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0140-2025	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	06-08-2025		
6. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO							
El ensayo se realizó bajo la siguiente Norma:							
PROCEDIMIENTO		DESCRIPCIÓN			CAPITULO/NUMERAL		
Según solicitante		Se realizo el ensayo de tracción a un velocidad de 0.75 mm/min Se realizo el acondicionamiento de las temperaturas por 30 días. Posterior se sumergio por 1 minuto en las desinfectantes indicado en la tabla de resultados.			---		
7. RESULTADOS DE ENSAYOS							
Grupo 1: -12 °C inmersos en NaClO™ al 5.25%							
Muestra	Diámetro (mm)	Área promedio (mm²)	Fuerza Fluencia (N)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Fluencia (Mpa)	Esfuerzo tracción (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)
1	1.23	1.19	7.48	7.92	6.29	6.67	602.42
2	1.19	1.11	7.78	7.89	7.00	7.09	537.77
3	1.22	1.17	8.30	8.73	7.10	7.47	753.64
4	1.25	1.23	7.90	8.41	6.44	6.85	515.56
5	1.23	1.19	6.41	6.84	5.39	5.76	740.45
6	1.15	1.04	7.18	7.90	6.91	7.61	636.68
7	1.22	1.17	6.19	7.14	5.30	6.11	577.52
8	1.23	1.19	5.83	7.08	4.91	5.96	695.57
9	1.23	1.19	6.66	7.46	5.60	6.28	596.52
10	1.19	1.11	7.23	7.37	6.50	6.63	613.27
11	1.22	1.17	6.40	7.09	5.48	6.07	745.75
Grupo 2:4 °C inmersos en NaClO™ 5.25%							
Muestra	Diámetro (mm)	Área promedio (mm²)	Fuerza Fluencia (N)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Fluencia (Mpa)	Esfuerzo tracción (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)
1	1.22	1.17	7.53	7.99	6.44	6.83	684.66
2	1.22	1.17	7.00	8.55	5.99	7.31	557.50
3	1.24	1.21	7.23	7.85	5.99	6.50	343.51
4	1.15	1.04	6.18	7.22	5.95	6.95	648.22
5	1.22	1.17	5.90	6.83	5.05	5.84	819.18
6	1.27	1.27	6.95	7.80	5.49	6.16	422.05
7	1.19	1.11	6.04	6.83	5.43	6.14	233.48
8	1.20	1.13	6.29	7.23	5.56	6.39	735.70
9	1.23	1.19	7.11	7.50	5.98	6.31	706.72
10	1.20	1.13	6.60	7.15	5.84	6.32	669.74
11	1.19	1.11	6.54	7.34	5.88	6.60	599.45
Grupo 3: 22 °C inmersos en NaClO™ 5.25%							
Muestra	Diámetro (mm)	Área promedio (mm²)	Fuerza Fluencia (N)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Fluencia (Mpa)	Esfuerzo tracción (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)
1	1.20	1.13	7.11	7.80	6.29	6.90	652.41
2	1.18	1.09	6.08	6.40	5.56	5.85	242.48
3	1.21	1.15	7.06	7.64	6.14	6.64	321.15
4	1.16	1.06	7.64	8.48	7.23	8.02	310.10
5	1.15	1.04	6.17	6.67	5.94	6.42	367.06
6	1.20	1.13	6.21	7.47	5.49	6.60	259.85
7	1.22	1.17	7.74	8.48	6.62	7.25	540.76
8	1.15	1.04	7.21	7.73	6.94	7.44	578.34
9	1.13	1.00	6.87	7.74	6.85	7.72	205.65
10	1.21	1.15	7.84	8.90	6.82	7.74	385.61
11	1.20	1.13	7.29	8.36	6.45	7.39	325.50



INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0140-2025		VERSIÓN N° 01		Fecha de emisión:		06-08-2025	
Grupo 4: -12 °C inmersos en Clorhexidina™ 2%									
Muestra	Diámetro (mm)	Área promedio (mm²)	Fuerza Fluencia (N)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Fluencia (Mpa)	Esfuerzo tracción (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)		
1	1.15	1.04	6.33	6.79	6.09	6.54	462.36		
2	1.16	1.06	6.07	6.42	5.74	6.07	314.90		
3	1.18	1.09	6.63	7.42	6.06	6.79	683.25		
4	1.19	1.11	6.43	6.80	5.78	6.11	571.30		
5	1.18	1.09	6.35	7.29	5.81	6.67	363.78		
6	1.18	1.09	6.83	7.20	6.25	6.58	562.97		
7	1.13	1.00	6.30	6.77	6.28	6.75	458.05		
8	1.17	1.08	7.49	7.99	6.97	7.43	332.99		
9	1.16	1.06	6.89	8.20	6.52	7.76	621.10		
10	1.17	1.08	6.65	7.03	6.19	6.54	481.26		
11	1.19	1.11	6.15	7.22	5.53	6.49	378.70		
Grupo 5: 4 °C inmersos en Clorhexidina™ 2%									
Muestra	Diámetro (mm)	Área promedio (mm²)	Fuerza Fluencia (N)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Fluencia (Mpa)	Esfuerzo tracción (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)		
1	1.18	1.09	6.67	7.41	6.10	6.78	716.33		
2	1.22	1.17	6.52	7.17	5.58	6.13	646.98		
3	1.24	1.21	7.56	8.40	6.26	6.96	468.13		
4	1.16	1.06	6.50	7.20	6.15	6.81	628.59		
5	1.15	1.04	6.82	8.10	6.57	7.80	525.38		
6	1.20	1.13	6.20	6.97	5.48	6.16	308.41		
7	1.21	1.15	7.22	8.11	6.28	7.05	543.83		
8	1.23	1.19	7.40	8.13	6.23	6.84	640.13		
9	1.19	1.11	6.71	8.93	6.03	8.03	389.95		
10	1.23	1.19	7.02	8.09	5.91	6.81	421.91		
11	1.19	1.11	6.81	8.00	6.12	7.19	437.08		
Grupo 6: 22 °C inmersos en Clorhexidina™ 2%									
Muestra	Diámetro (mm)	Área promedio (mm²)	Fuerza Fluencia (N)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Fluencia (Mpa)	Esfuerzo tracción (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)		
1	1.13	1.00	5.59	6.45	5.57	6.43	663.59		
2	1.21	1.15	6.42	7.52	5.58	6.54	555.70		
3	1.20	1.13	6.35	7.01	5.61	6.20	446.87		
4	1.22	1.17	7.35	8.71	6.29	7.45	561.44		
5	1.19	1.11	6.99	7.60	6.28	6.83	401.68		
6	1.16	1.06	6.80	7.40	6.43	7.00	622.04		
7	1.17	1.08	6.80	7.61	6.32	7.08	565.37		
8	1.20	1.13	6.54	7.24	5.78	6.40	654.46		
9	1.19	1.11	6.53	7.66	5.87	6.89	602.07		
10	1.17	1.08	6.68	7.98	6.21	7.42	545.45		
11	1.21	1.15	6.45	7.84	5.61	6.82	557.21		



INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0140-2025	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	06-08-2025
----------------------	--	---------------	---------------	-------------------	------------

Grupo 7: -12 °C inmersos en Etanol e isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™)							
Muestra	Diámetro (mm)	Área promedio (mm²)	Fuerza Fluencia (N)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Fluencia (Mpa)	Esfuerzo tracción (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)
1	1.22	1.17	6.66	7.22	5.70	6.18	427.82
2	1.17	1.08	6.48	7.19	6.03	6.69	332.88
3	1.19	1.11	6.04	6.68	5.43	6.01	391.88
4	1.20	1.13	7.18	7.48	6.35	6.61	468.93
5	1.15	1.04	6.84	7.64	6.59	7.36	426.89
6	1.20	1.13	6.62	7.82	5.85	6.91	461.15
7	1.19	1.11	6.90	7.85	6.20	7.06	423.93
8	1.17	1.08	7.95	8.24	7.39	7.66	588.92
9	1.19	1.11	6.88	7.43	6.19	6.68	516.35
10	1.20	1.13	8.15	9.15	7.21	8.09	476.36
11	1.19	1.11	6.48	7.89	5.83	7.09	496.89

Grupo 8: 4 °C inmersos en Etanol e isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™)							
Muestra	Diámetro (mm)	Área promedio (mm²)	Fuerza Fluencia (N)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Fluencia (Mpa)	Esfuerzo tracción (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)
1	1.23	1.19	7.22	7.79	6.08	6.56	282.08
2	1.17	1.08	7.25	7.78	6.74	7.24	267.29
3	1.16	1.06	7.29	7.92	6.90	7.49	270.69
4	1.19	1.11	6.53	7.45	5.87	6.70	248.46
5	1.18	1.09	6.82	7.58	6.24	6.93	232.84
6	1.17	1.08	6.77	7.81	6.30	7.26	211.54
7	1.20	1.13	7.19	8.17	6.36	7.22	267.44
8	1.13	1.00	6.66	7.35	6.64	7.33	387.92
9	1.16	1.06	7.01	8.15	6.63	7.71	239.42
10	1.22	1.17	6.78	7.65	5.80	6.55	322.77
11	1.18	1.09	6.58	7.49	6.02	6.85	371.81

Grupo 9: 22 °C inmersos en Etanol e isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™)							
Muestra	Diámetro (mm)	Área promedio (mm²)	Fuerza Fluencia (N)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Fluencia (Mpa)	Esfuerzo tracción (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)
1	1.18	1.09	6.37	7.12	5.82	6.51	160.79
2	1.23	1.19	7.41	7.81	6.24	6.57	293.47
3	1.25	1.23	6.43	7.15	5.24	5.83	334.23
4	1.15	1.04	6.00	6.50	5.78	6.26	312.44
5	1.25	1.23	7.39	8.31	6.02	6.77	366.77
6	1.22	1.17	7.53	8.04	6.44	6.88	193.17
7	1.13	1.00	7.38	7.71	7.36	7.69	553.26
8	1.15	1.04	5.97	7.01	5.75	6.75	497.33
9	1.18	1.09	7.79	8.53	7.12	7.80	475.72
10	1.21	1.15	6.84	7.99	5.95	6.95	402.63
11	1.22	1.17	7.09	8.49	6.07	7.26	351.60



INFORME DE ENSAYO N°			IEO-0140-2025		VERSIÓN N° 01		Fecha de emisión:		06-08-2025	
Grupo 10: -12 °C sin desinfección										
Muestra	Diámetro (mm)	Área promedio (mm²)	Fuerza Fluencia (N)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Fluencia (Mpa)	Esfuerzo tracción (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)			
1	1.21	1.15	6.40	6.80	5.57	5.91	476.67			
2	1.20	1.13	6.69	7.09	5.92	6.27	445.91			
3	1.18	1.09	5.78	6.59	5.29	6.03	483.64			
4	1.19	1.11	7.03	7.96	6.32	7.16	579.04			
5	1.18	1.09	6.58	7.66	6.02	7.00	545.39			
6	1.18	1.09	6.73	7.73	6.15	7.07	480.02			
7	1.20	1.13	7.22	8.07	6.38	7.14	629.40			
8	1.18	1.09	7.04	7.48	6.44	6.84	529.28			
9	1.21	1.15	5.81	6.29	5.05	5.47	593.51			
10	1.20	1.13	6.39	6.38	5.65	5.64	564.86			
11	1.18	1.09	6.18	7.19	5.65	6.57	537.19			
Grupo 11: 4 °C sin desinfección										
Muestra	Diámetro (mm)	Área promedio (mm²)	Fuerza Fluencia (N)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Fluencia (Mpa)	Esfuerzo tracción (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)			
1	1.14	1.02	6.23	7.50	6.10	7.35	550.89			
2	1.16	1.06	7.10	7.81	6.72	7.39	509.92			
3	1.20	1.13	7.20	7.86	6.37	6.95	463.90			
4	1.21	1.15	8.07	8.47	7.02	7.37	399.16			
5	1.21	1.15	7.45	8.45	6.48	7.35	572.32			
6	1.17	1.08	6.93	7.82	6.44	7.27	337.83			
7	1.18	1.09	7.58	8.30	6.93	7.59	499.90			
8	1.20	1.13	7.29	8.20	6.45	7.25	561.05			
9	1.18	1.09	6.78	7.89	6.20	7.21	510.52			
10	1.20	1.13	6.80	8.34	6.01	7.37	426.25			
11	1.19	1.11	6.37	7.99	5.73	7.18	457.81			
Grupo 12: 22 °C sin desinfección										
Muestra	Diámetro (mm)	Área promedio (mm²)	Fuerza Fluencia (N)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Fluencia (Mpa)	Esfuerzo tracción (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)			
1	1.17	1.08	6.28	6.93	5.84	6.45	324.42			
2	1.16	1.06	5.94	6.63	5.62	6.27	235.84			
3	1.19	1.11	5.88	6.64	5.29	5.97	365.54			
4	1.11	0.97	5.96	6.38	6.16	6.59	333.50			
5	1.10	0.95	6.65	7.74	7.00	8.14	437.55			
6	1.19	1.11	7.36	8.22	6.62	7.39	462.55			
7	1.16	1.06	5.57	6.15	5.27	5.82	442.63			
8	1.17	1.08	5.59	6.41	5.20	5.96	356.32			
9	1.15	1.04	6.21	7.19	5.98	6.92	285.09			
10	1.16	1.06	6.28	7.21	5.94	6.82	390.42			
11	1.18	1.09	5.96	6.84	5.45	6.25	402.53			
  HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE			 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE							
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio			FIN DEL DOCUMENTO							

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.



Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

☎ +51 997 123 584 // 949 059 602



ventas@ensayoshti.pe // ingenieria@ensayoshti.pe



www.ensayoshti.pe

9.19. Anexo R

9.19.1. Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Operacionalización de variables					Materiales y Métodos
			Variables	Definición	Indicadores	Escala	Valor	
¿Cuál es la variación del módulo de elasticidad y límite elástico de los conos de gutapercha sometidos a soluciones de desinfectantes almacenados en diferentes temperaturas: <i>in vitro</i> .	Objetivo General Evaluar la variación del módulo de elasticidad y límite elástico de los conos de gutapercha sometidos a soluciones de desinfectantes almacenados en diferentes temperaturas: <i>in vitro</i> .	Hipótesis general Existe variación del módulo de elasticidad y límite elástico de los conos de gutapercha sometidos a soluciones de desinfectantes almacenados	Módulo de elasticidad	Indica la rigidez de un material.	Valores obtenidos de la prueba de resistencia a la tracción con la máquina de ensayo universal CMT-5L	Razón	0-x MPa	Tipo de estudio Experimental <i>in vitro</i> , paralelo y aleatorizado de corte transversal. Unidad de Análisis 1 cono de gutapercha marca Spident® Criterios de selección Conos de gutapercha disponibles en el mercado peruano que cumplan con los criterios de
			Límite elástico	Tensión máxima que un material puede soportar sin deformarse permanentemente.	Valores obtenidos de la prueba de resistencia a la tracción con la	Razón	0-x MPa	

temperaturas : <i>in vitro</i> ?	Objetivos Específicos Determinar el módulo de elasticidad de conos de gutapercha sometidos a solución desinfectante de Hipoclorito de sodio™ 5,25%, a diferentes temperaturas de almacenamiento (-12 °, 4 °C y 22 °C). Determinar el módulo de elasticidad de	en diferentes temperaturas : <i>in vitro</i>	Solución desinfectante	Es determinado por la composición química	máquina de ensayo universal CMT-5L Principio activo del producto	Nomin al	1=Hipoclorito de sodio™ 5,25% 2=Gluconato de clorhexidina™ 2% 3=Etanol e isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™)	calidad de la ISO 6877, calibres de 25, conicidad de 6% y con fecha de vencimiento posterior a la ejecución del proyecto Muestra 132 conos de gutapercha
			Temperatura de almacenamiento	Medida de calor o energía para mantener un producto	Se considera temperaturas promedias de zonas a diferentes alturas	Nomin al	1= -12 °C 2= 4 °C 3=22 °C	

	conos de gutapercha sometidos a solución desinfectante de Gluconato de clorhexidina™ 2% a diferentes temperaturas de almacenamiento (-12 °, 4 °C y 22 °C). Determinar el módulo de elasticidad de conos de gutapercha sometidos a solución desinfectante de							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

	Etanol e isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™) a diferentes temperaturas de almacenamiento (-12 °, 4 °C y 22 °C). Determinar el límite elástico de conos de gutapercha sometidos a solución desinfectante de Hipoclorito de sodio™ 5,25%, a diferentes temperaturas de							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

	almacenamiento (-12 °, 4 °C y 22 °C). Determinar el límite elástico de conos de gutapercha sometidos a solución desinfectante de Gluconato de clorhexidina™ 2% a diferentes temperaturas de almacenamiento (-12 °, 4 °C y 22 °C). Determinar el límite elástico							
--	--	--	--	--	--	--	--	--

	de conos de gutapercha sometidos a solución desinfectante de Etanol e isopropanol (Zeta 7 Spray de Zhermarck™) a diferentes temperaturas de almacenamiento (-12 °, 4 °C y 22 °C).							
--	--	--	--	--	--	--	--	--