



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Vicerrectorado de  
**INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

ANÁLISIS DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE UNA RESINA COMPUESTA  
NANOPARTICULADA MANIPULADA CON GUANTES DE LATEX Y NITRILO

Línea de Investigación: Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

**AUTOR (A)**

Leyva León, Juliet Sophía

**ASESOR (A)**

Dr. Paucar Rodríguez de Granados, Elizabeth

**JURADO**

Mg. Chacón Gonzáles, Doris Maura

Mg. Manrique Guzmán, Jorge Adalberto

Mg. Díaz Castro, Alicia Gianina

LIMA – PERÚ  
2021

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme y nunca abandonarme en este proceso.

A mis padres Félix Leyva y Justina León por su apoyo, amor, sostén y motivación incondicional.

A mis cinco hermanos Karin, Alina, Iosef, Evelyn y Bianca por siempre ser mis mejores amigos  
aun en peores rencillas.

A mis asesores y jurados por su orientación, paciencia y retroalimentación a este proyecto de  
investigación.

## **DEDICATORIA**

A mis colegas, a nunca rendirse y abandonar sus metas aun en días grises.

# Índice

Resumen

Abstract

I.	Introducción.....	1
	1.1 Descripción y formulación del problema.....	2
	1.2 Antecedentes.....	3
	1.3 Objetivos.....	7
	– Objetivo General .....	7
	– Objetivos Específicos .....	7
	1.4 Justificación.....	8
	1.5 Hipótesis.....	8
II.	Marco Teórico.....	9
	2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación .....	9
III.	Método.....	23
	3.1 Tipo de investigación.....	23
	3.2 Ámbito temporal y espacial.....	23
	3.3 Variables.....	23
	3.4 Población y muestra .....	24
	3.5 Instrumentos.....	25
	3.6 Procedimientos.....	25
	3.7 Análisis de datos.....	28
	3.8 Consideraciones éticas.....	28
IV.	Resultados .....	30

V.	Discusión de resultados .....	35
VI.	Conclusiones.....	38
VII.	Recomendaciones.....	39
VIII.	Referencias.....	40
IX.	Anexos.....	45
	Anexo 1. Ficha de recolección de datos .....	45
	Anexo 2. Matriz de consistencia.....	46
	Anexo 3. Datos hidrometereológicos de la SENAMHI.....	47
	Anexo 4. Ficha técnica de la resina Filtek Z350 XT-3M.....	50
	Anexo 5. Constancia de ejecución del Laboratorio de ensayos HTL SAC.....	51
	Anexo 6. Informe del laboratorio de ensayos HTL SAC.....	52
	Anexo 7. Imágenes de los materiales utilizados y procedimiento.....	53
	Anexo 8. ISO 4049:2019.....	65
	Anexo 9. ASTM E 384-99.....	68

## Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la microdureza superficial de una resina compuesta nanoparticulada (Filtek Z350 XT) manipulada con guantes de látex y nitrilo, distribuidas en seis grupos, de acuerdo a la presencia y ausencia de saliva humana estimulada (factor contaminante) y un grupo control, sin manipulación o contacto con los guantes. Se confeccionaron 60 probetas de 4x6 mm (dxh), en una matriz de acero inoxidable bipartida (ISO 4049:2019). Cada muestra recibió incrementos de resina de 2 mm, los cuales fueron manipulados digitalmente por 20 segundos, fotopolimerizados con lámpara LED 1000 mW/cm<sup>2</sup> durante 20 segundos y almacenados en agua destilada a 37 °C durante 24 horas. Posteriormente, las superficies de las muestras fueron alisadas y luego sometidas a las pruebas de microdureza (Vickers, 50g/15s). Los datos recopilados fueron analizados a través de las pruebas T-STUDENT y ANOVA. Resultados, los valores más altos de microdureza fueron obtenidos por el grupo que manipuló la resina con guantes de látex con polvo y no expuestos a saliva, seguido por el grupo con guantes de nitrilo sin polvo y no expuestos a saliva; mientras que los promedios más bajos fueron dados por el grupo control, quienes no tuvieron contacto con los dos tipos de guantes. Conclusión, la manipulación de las resinas con guantes de látex y/o nitrilo, con polvo y sin polvo, favorecerá un mayor valor de microdureza, beneficiando el proceso y éxito de las restauraciones clínicas, siempre y cuando, estos guantes estén limpios o nuevos.

Palabras clave: microdureza superficial, resinas compuestas nanoparticuladas, guantes.

## **Abstract**

The objective of this research was to evaluate the surface microhardness of a nanoparticulate composite resin (Filtek Z350 XT) manipulated with latex and nitrile gloves, distributed in six groups, according to the presence and absence of stimulated human saliva (contaminating factor) and one group control, without handling or contact with gloves. 60 specimens of 4x6 mm (dxh) were made, in a bipartite stainless steel matrix (ISO 4049: 2019). Each sample received 2 mm increments of resin, which were digitally manipulated for 20 seconds, light-cured with a 1000 mW/cm<sup>2</sup> LED lamp for 20 seconds and stored in distilled water at 37 °C for 24 hours. Subsequently, the sample surfaces were smoothed and then subjected to microhardness tests (Vickers, 50g/15s). The collected data were analyzed through the T-STUDENT and ANOVA tests. Results, the highest values of microhardness were obtained by the group that handled the resin with latex gloves with powder and not exposed to saliva, followed by the group with nitrile gloves without powder and not exposed to saliva; while the lowest averages were given by the control group, who had no contact with the two types of gloves. Conclusion, handling the resins with latex and / or nitrile gloves, with powder and without powder, will favor a higher microhardness value, benefiting the process and success of clinical restorations, as long as these gloves are clean or new.

**Keywords:** surface microhardness, nanoparticulate composite resins, gloves.

## I. Introducción

En la actualidad, la tecnología ha crecido exponencialmente sin precedentes, sobre todo a nivel de la nanotecnología, la cual genera un impacto en el desarrollo tecnológico, médico-odontológico, estético y económico, marcando un hito en la era de la globalización científica.

En el dominio de la odontología, esta evolución es reflejada en los biomateriales dentales con nanorelleno, ya que presentan aptitudes ideales para mejorar esta sinergia entre estructura dentaria y partículas de relleno, permitiendo ampliar el tiempo de vida útil de nuestros tratamientos dentales. Este desarrollo ha logrado alcanzar un rol protagónico sumamente importante, debido a la demanda de restauraciones dentales con resina compuesta, en donde la estética y funcionalidad son un reto y desafío para el cirujano dentista.

Antes de la aparición de la nanotecnología, las resinas microparticuladas eran consideradas como el máximo estándar en estética para las restauraciones, sin embargo, por su falta de fuerza de resistencia al desgaste y la radiopacidad, su uso era limitado. No obstante, las resinas híbridas brindaban una mayor fuerza, resistencia al desgaste y radiopacidad, pero con mayor carga de relleno que limitaba sus cualidades estéticas. A partir del año 2010, fue el turno de las resinas nanoparticuladas, que presentan mayor eficacia en estética, radiopacidad y equilibrio de fuerzas.

Cabe destacar que las propiedades físicas y químicas alcanzadas por los materiales de restauración odontológica con presencia de partículas nanométricas, han incrementado y mejorado su eficiencia, por el menor tamaño de partículas, que le permite un menor grado de contracción, durante la polimerización, promoviendo una mejor dureza, resistencia al desgaste y rayado, preservando así la estructura dentaria, objetivo principal de la odontología conservadora y restauradora.

## 1.1 Descripción y formulación del problema

El uso de resinas compuestas (composites), en restauraciones directas en los dientes anteriores y posteriores es de rutina en el campo de la odontología. Las resinas compuestas presentan como componentes estructurales, una matriz orgánica, partículas de llenado con carga inorgánica, agente de unión, iniciadores y/o aceleradores de la polimerización y un agente pigmentante (Chan *et al.*, 2010).

Sus propiedades mecánicas, están relacionadas con la composición de la matriz polimérica y del agente de unión, tamaño y número de partículas de carga, es decir, si el material resinoso sufre contaminación por algún agente externo, éste interactuará con los demás componentes de la resina alterando sus propiedades. Dentro de las propiedades mecánicas de los composites, está la microdureza superficial, que brinda éxito en los tratamientos de restauración, considerando que a mayor dureza, habrá mejor resistencia al desgaste y al rayado (Heck, 2010).

El uso de guantes es indispensable para todo procedimiento clínico, sin embargo algunos autores sostienen que no es recomendable manipular los composites con guantes, ni tener contacto alguno con ellos directamente aseguran que la manipulación de las resinas con guantes, pueden afectar el tratamiento clínico con restauraciones adhesivas directas, por lo cual sugieren el uso de dispositivos especiales como capsulas, cómpules o jeringas para ser trasladado a la cavidad dentaria, con un instrumental de mano (Opdam, Roeters, Joosten y Veeke, 2002)

Los guantes comerciales utilizados en nuestra práctica clínica están hechos a base de látex y contienen en su interior polvo de almidón de maíz, que facilita su uso y/o extracción (Oskoe *et al.*, 2012).

Field (1997) describió los riesgos potenciales asociados con el uso de guantes de látex, entre ellos la sensibilización de la piel, dermatitis, formación de granulomas post operatorios,

contaminación de sitios de implantes dentales y la reducción in vitro de la resistencia al cizallamiento de carillas de porcelana, por exposición a proteínas de látex naturales.

Delgado, Amaya, Su, Behar y Donovan (2018) demostraron que en los guantes de nitrilo existe la presencia de anfígenos (azufre), alterando la polimerización de los polivinilsiloxano.

Frente a la conceptualización de los párrafos anteriores, en la que se refieren que el uso de los guantes de látex y/o nitrilo durante el proceso de restauración con resina compuesta, pueden presentar efectos colaterales, la presente investigación pretende evaluar la consecuencia o efecto de la microdureza superficial de los composites manipulándolos con guantes. Ante ello, procedemos a formular la siguiente pregunta: ¿Cuál será la microdureza superficial de una resina compuesta nanoparticulada manipulada con guantes de látex y nitrilo?

## **1.2 Antecedentes**

Cerna (2019) elaboró una tesis en el Perú, con el objetivo de evaluar la microdureza superficial de dos resinas compuestas: nanohíbrida, Filtek™ Z350XT y de grandes volúmenes, Filtek® Bulk One, manipuladas con cuatro tipo de guantes (guantes de látex con talco y sin talco, guantes de vinilo y guantes de nitrilo). Utilizó una matriz metálica para confeccionar los especímenes de resina compuesta de 5x2 mm (diámetro y espesor) con un ojal central para introducir la resina. El tiempo de manipulación para cada resina antes de ser insertada en la matriz, fue de 10 segundos y el tiempo de fotocurado, 20 segundos. Resultados, los valores de microdureza del nivel superior como del nivel inferior del cilindro con la resina Filtek™ Z350XT, fueron altos a comparación de la resina Filtek® Bulk One. La manipulación de ambas resinas (Filtek, Z350 XT y Bulk One) con los diferentes tipos de guantes utilizados, no perjudicó la microdureza superficial del nivel superior, mientras el nivel inferior, si tuvo un impacto

negativo. Concluye que la manipulación de las resinas Filtek, Z350 XT y Bulk One con guantes de látex, nitrilo y vinilo, tiene una influencia en la microdureza superficial.

Xavier *et al.* (2017) realizaron un estudio en Brasil, en el cual evaluaron la influencia de diferentes técnicas de manipulación en la microdureza de dos compuestos de restauración en forma de nanopartículas, en sesenta y seis muestras distribuidas en 8 grupos, de acuerdo con el material de restauración (Filtek Z350 XT<sup>®</sup> y Evolu-X<sup>®</sup>), para ello utilizaron cuatro técnicas de manipulación. Los incrementos de resina fueron insertados en una matriz de Teflón bipartido con orificio (3 mm x 5 mm), seguidamente fueron fotopolimerizados con equipo láser 750 mW/cm<sup>2</sup> durante 40 segundos y almacenados en agua desionizada a 37 ° C durante 24 horas. Posteriormente, las superficies de las muestras fueron alisadas, para luego ser sometidas a las pruebas de microdureza (Vickers, 50g/15s). Resultados, los valores más altos de dureza fueron de la resina Filtek Z350 XT<sup>®</sup>, manipulados con guantes previamente frotado con alcohol al 70%, mientras que la resina Evolu-X<sup>®</sup>, obtuvo promedios más bajos comparados con grupos cuya manipulación era digital con y sin uso de alcohol al 70%. Concluyeron, que las resinas compuestas en forma de nanopartículas manipuladas por diferentes técnicas, presentaron un comportamiento mecánico diferente a los que se evaluaron por medio del ensayo de microdureza.

Martins *et al.* (2015) publicaron una investigación en Brasil, acerca de la influencia de la manipulación digital de una resina compuesta 3M ESPE Z250, con guantes contaminados con polvo y/o saliva humana estimulada, para evaluar las propiedades mecánicas y la capa incremental, desligada de la restauración. Realizaron la evaluación con seis grupos de guantes empolvados con y sin saliva, guantes libres de polvo con y sin saliva, guantes empolvados con saliva limpiado con etanol al 70%, y sin manipulación digital o contaminación (grupo control),

con el objetivo de determinar la fuerza diametral a la tracción de resistencia y a la flexión, módulo de flexión y resistencia de unión de la capa incremental. Cada incremento de resina compuesta fue manipulado digitalmente durante 10 segundos. Resultados, no observaron diferencias significativas para la resistencia a la tracción diametral, sin embargo, la manipulación de la resina compuesta utilizando guantes sin polvo con saliva y usando guantes limpiados con etanol, generó mayor resistencia a la flexión y módulo en comparación con los otros grupos. El grupo control (sin manipulación digital) y el grupo manipulado usando guantes empolvados con saliva, mostraron menor rendimiento mecánico. Concluyeron que la manipulación digital, podría ser importante para la resina compuesta para lograr un mejor rendimiento mecánico y resistencia de la unión de capa incremental, siempre y cuando los guantes no estén contaminados.

Limpiando los guantes con etanol podría evitar los efectos negativos de la manipulación digital usando guantes contaminados.

Missias (2014) ejecutó un estudio en Brasil, con la finalidad de evaluar, la influencia de diferentes técnicas de manipulación de la resina compuesta, Filtek Z350 XT a través de un ensayo de microdureza. Confeccionó 20 muestras, cada una en una matriz de teflón midiendo 5x3x4 mm (ISO 6507). Los especímenes fueron divididos en cuatro grupos, de los cuales, dos de cada grupo fueron sometidos al test de microdureza Vickers (50g por 15s). Los resultados evidenciaron que el tipo de manipulación realizada en los grupos I y IV disminuyó significativamente la microdureza superficial de la resina, sin embargo, los grupos II y III, cuyos especímenes fueron manipulados utilizando alcohol al 70% en la desinfección de los instrumentos, presentaron los mejores valores medios de microdureza. Concluye, que la técnica de manipulación utilizando el alcohol como sustancia desinfectante promovió un aumento significativo en la microdureza de la resina compuesta.

Heck, Kina, Viera y Andrada (2010) publicaron en Brasil, un trabajo de investigación con el objetivo de evaluar la microdureza superficial de una resina compuesta microhíbrida, Charisma Heraeus Kulzer, manipulada con guantes contaminados durante el acto restaurador. Fabricaron 40 cilindros de 3 cm (diámetro) por 3 cm (altura), confeccionados en una matriz de acero inoxidable que fueron divididos en cuatro grupos. Los grupos recibieron incrementos de 2 mm cada uno y fueron fotopolimerizados por 1 minuto y 40 segundos con un dispositivo Curing Light 2.500 (3M Espe), con una intensidad luminosa de 500 mW/cm<sup>2</sup> acondicionados en un frasco a prueba de luz con agua desionizada, y almacenados en un invernadero a 37 ° C. Después de 24 horas, los cilindros fueron pulidos con lija de agua y pastas diamantadas. La prueba de dureza Knoop (25g por 15s), fue realizada con el microdurómetro, después de una semana, en seis regiones aleatorias. Resultados, obtuvieron una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos manipulados con espátula y guante descontaminado, los cuales presentaron mayor dureza en relación con los grupos con guantes contaminados y guantes no contaminados (limpiados con alcohol). Concluyeron que la manipulación de las resinas con guantes contaminados podría influir en su microdureza superficial.

Fortkamp (2007) publicó en Brasil un trabajo de investigación, el cual evaluó la influencia de la manipulación digital con guantes sobre la resistencia a la compresión y resistencia a la fractura de dos resinas compuestas microhíbridos, Filtek Z250 y Tetric Ceram. Elaboró 4 grupos experimentales (n = 10) para cada resina de ensayo utilizado, siendo un total de 160 especímenes distribuidos al azar en 16 grupos de acuerdo con el tipo de manipulación. Resultados, obtuvo una diferencia estadísticamente significativa, entre los grupos estudiados y el método de manipulación de la resina, tuvo influencia en la resistencia a la compresión y resistencia a la fractura en las dos resinas. Los valores medios más bajos fueron hallados en los grupos que

usaron guantes contaminados, sin embargo, los valores más altos fueron obtenidos por el grupo que utilizó espátula sin contacto con guantes y el grupo que utilizó guantes limpios. Concluyó que dentro de las limitaciones que tuvo su estudio, la manipulación digital debe ser evitada, ya que altera las propiedades físicas de la resina compuesta; siendo la manipulación con la espátula, el método más recomendado.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar la microdureza superficial de una resina compuesta nanoparticulada (3M ESPE Filtek™ Z350 XT), manipulada con guantes de látex y guantes de nitrilo.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Comparar la microdureza superficial de una resina compuesta nanoparticulada (3M ESPE Filtek™ Z350 XT), utilizando guantes de látex, con polvo y sin polvo, expuestos a saliva.
- Comparar la microdureza superficial de una resina compuesta nanoparticulada (3M ESPE Filtek™ Z350 XT), utilizando guantes de látex, con polvo y sin polvo, no expuestos a saliva.
- Comparar la microdureza superficial de una resina compuesta nanoparticulada (3M ESPE Filtek™ Z350 XT), utilizando guantes de látex sin polvo y guantes de nitrilo sin polvo, no expuestos a saliva.
- Determinar la microdureza de una resina compuesta nanoparticulada (3M ESPE Filtek™ Z350 XT), sin manipulación digital (con espátula estéril).
- Comparar la microdureza superficial de una resina compuesta nanoparticulada (3M ESPE Filtek™ Z350 XT) entre grupos experimentales con guantes de látex vs guantes de nitrilo y espátula estéril (grupo control).

## **1.4 Justificación**

### **1.4.1 Teórica**

Permitirá ampliar conocimientos, sobre los efectos colaterales que produce el contacto con guantes de látex y nitrilo, con el componente interno (almidón), y las propiedades mecánicas de la resina compuesta (microdureza superficial) durante el procedimiento clínico.

### **1.4.2 Práctico / clínico**

Servirá como base o conocimiento clínico, al momento de utilizar y manipular las resinas compuestas, con la finalidad que no se produzcan cambios que puedan repercutir o disminuir en el éxito en la microdureza y en el tiempo de estas restauraciones odontológicas.

## **1.5 Hipótesis**

La microdureza superficial de una resina compuesta nanoparticulada, 3M ESPE Filtek™ Z350 XT, manipulada con guantes de látex y guantes de nitrilo, no presentará efectos colaterales durante su aplicación.

## **II. Marco Teórico**

### **2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación**

#### **2.1.1 Resinas compuestas o composites**

A mediados del siglo XIX, aparecieron las resinas, desplazando a los cementos de silicato que minimizaban la resistencia al desgaste, contracción a la polimerización y filtración marginal. Con el objetivo de reducir el problema, se buscó adicionar partículas de relleno inertes, los cuales no formaban parte de la reacción, siendo las primeras resinas hechas a base de poli-metilmetacrilato (PMM), los cuales no tuvieron éxito debido a sus partículas de relleno que ocupaban mucho espacio y no permitía una unión completa del polímero, por lo que resultaba un material de baja resistencia al desgaste, tinción y filtración (Anusavice, 2004).

Un avance importante en la odontología fue cuando el Dr. Bowen, produjo el bisfenol a-glicidil metacrilato (BIS-GMA), una resina dimetacrilato adherida con silano orgánico (agente de unión) (Bowen y Setz, 1986).

Chain y Baratieri (2001) indicaron que los componentes de las resinas compuestas están conformados por: matriz orgánica (estructura amorfa, formada por monómeros de alto y bajo peso molecular), carga inorgánica (partículas de relleno y/o fibras de minerales de refuerzo), agente de unión (promotor de la unión química, “Silano”); sistema iniciador – activador (responsable de la reacción de polimerización), pigmentos (mimetiza el color de los dientes tratados), e inhibidores (aquellos que permiten el prolongamiento y tiempo de vida).

Actualmente existen resinas compuestas divididas en cinco categorías principales, y estas son de acuerdo al tamaño de las partículas de relleno:

- **Resinas de macrorelleno:** Sus partículas de relleno están comprendidas entre 10 y 50  $\mu\text{m}$ . Este tipo de resina fue muy utilizado en los inicios de la odontología, sin embargo, los resultados no fueron lo suficientemente útiles. A pesar de ser muy resistentes, reflejan un paupérrimo manejo clínico y acabado superficial, debido a que existe un severo desgaste de matriz orgánica, promoviendo la protuberancia de sus partículas de relleno. Con respecto a su carga inorgánica o relleno, los más utilizados fueron el cuarzo (por su alta estética y durabilidad) careciendo de radiopacidad y produciendo lesión al diente antagonista; y el vidrio de estroncio o bario, quienes si eran radiopacos pero no tenían estabilidad (Macchi, 2000).

- **Resinas de microrelleno:** Sus partículas de relleno están comprendidas entre 0.01 y 0.05  $\mu\text{m}$ . Este tipo de resina resulta tener un buen desempeño y estética en la región anterior, ofreciendo un buen bruñido y pulido superficial a la restauración dental, mientras que en la región posterior, presenta ciertos inconvenientes sobre todo en sus propiedades físicas, es decir, un exceso o suma de sorción acuosa, un bajo valor de módulo de elasticidad y un alto coeficiente de expansión térmica. Su carga inorgánica o relleno es el sílice coloidal (Rodríguez y Pereira, 2008).

- **Resinas híbridas:** Sus partículas de relleno están comprendidas entre 0,6 y 1  $\mu\text{m}$ . Este tipo de resina son los más utilizados actualmente en el ámbito odontológico. Las características de estos materiales son la variedad de colores que poseen, un menor grado de contracción de polimerización, excelente pulido, menor porcentaje de porción acuosa, abrasión y desgaste similar a la estructura dentaria (Henostroza, 2010).

La denominación “híbrida” se debe al tipo de carga o relleno que posee, reforzada por una partícula inorgánica de vidrio de diferente composición y la integración de sílice coloidal de 0,04  $\mu\text{m}$  (Lang, Jaarda, y Wang, 1992).

- Híbridos Modernos: Sus partículas de relleno están comprendidas entre 0,4 y 1.0  $\mu\text{m}$ .

Este tipo de resina combina la resistencia de un “híbrido” con el pulido de un “microrelleno”. Su aplicación está indicado en la región anterior y posterior de los dientes (material moldeable), excelente pulido y textura, abrasión y desgaste similar a la estructura dentaria. Su carga inorgánica está compuesta por un gran empaquetamiento de relleno de partículas sub-micrométricas, ofreciendo excelente propiedades físicas como una buena resistencia al desgaste.

- Resinas de Nanorelleno: Sus partículas de relleno son menores 10 nm (0.01  $\mu\text{m}$ ). Este tipo de resina es una tecnología reciente, brinda una alta translucidez, posee una excelente resistencia al desgaste como las resinas híbridas y un pulido superior como las resinas de microrelleno, logrando obtener óptimas propiedades físicas y mecánicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas. Su aplicación está indicado en la región anterior y posterior. Con respecto a su relleno, sus partículas se encuentran en la escala “nano” y pueden estar dispersos de manera individual o por grupos, con el nombre de "nanoclusters" con un tamaño promedio de 75 nm.

## **2.1.2 Propiedades mecánicas de las Resinas Compuestas participantes en la investigación**

### ***2.1.2.1 Dureza***

Santos, Yenque, Rojas y Rosales (2001) con el fin de obtener un mejor control de calidad en la línea de producción y selección correcta de los materiales, concluyeron que, los ensayos esenciales para determinar ello, son la dureza y la tracción.

Una manera de determinar la conducta superficial del material, es evaluándolo con el ensayo de dureza, analizando su grado de dificultad, con la que puede ser dañado o desgastado, es decir, una resistencia que ofrece el material frente a una indentación permanente. Los métodos o tipos de medición, consisten en penetrar o rayar una probeta del material en estudio con la ayuda de un

indentador con una carga definida. El valor de la dureza es directamente proporcional con la resistencia del material, dicho de otra forma, a mayor valor numérico, mayor dureza y por ende mejor resistencia del material frente a la penetración o indentación. Suele expresarse en kilogramo sobre milímetro cuadrado (Macchi, 2000).

Existen diferentes métodos para medir la dureza (todos basados en el mismo principio mencionado anteriormente), que pueden ser mediante el sistema Brinell, Rockwell, Vickers y Knoop, diferenciándose en el tipo de penetrador utilizado.

Para seleccionar el correcto método de ensayo, se tiene que considerar ciertos parámetros que interesan más al fabricante de materiales y no al que los utiliza. Este último, solo debe tener en cuenta que los valores obtenidos con cada tipo de método no son semejantes, es decir, no se debe de interpretar las características de las superficies de los materiales de la misma forma en relación a los valores de dureza si es el caso que no se especifique el procedimiento de llegada a esos valores.

Uno de los métodos más exactos y precisos, es el método Vickers o de la Pirámide de Diamante, el cual emplea un indentador de diamante piramidal con un ángulo de  $136^\circ$  entre las caras opuestas del vértice, dejando una muesca en forma cuadrangular por acción de la carga aplicada del penetrador, presionando contra la superficie de la muestra con una fuerza determinada. Se recomienda este método para tomar medidas en áreas muy estrechas (Macchi, 2000).

El valor de dureza presente en la estructura dentaria como el esmalte, en condiciones normales, presenta una microdureza entre 300 a 400 kg/mm<sup>2</sup> en la escala de Vickers, debido a que presenta un porcentaje alto (95%) de matriz inorgánica y un porcentaje muy bajo de matriz orgánica (1-2%). Por ello, el reblandecimiento del esmalte, se debe a la disolución de prismas

periféricos por lo que la superficie erosionada es más sensitiva ante las lesiones superficiales. En el caso de la dentina, la microdureza oscila entre los 25 y 80 kg/mm<sup>2</sup>, dependiendo de la localización de la medida con respecto al esmalte y a la pulpa (Gutiérrez, 2003).

La dureza superficial de una restauración con resina reforzada recién terminada no es un indicador fidedigno que indique la polimerización total del bloque de esa restauración dental. Cuando se emplean materiales que comienzan a denominarse composites universales en rellenos de fórmulas híbridas mejoradas, también deberá tenerse en cuenta la opacidad y el tono del matriz empleado, junto con los siguientes factores para asegurar una correcta dureza de toda la restauración: Accesibilidad, dirección y calidad de la fuente de luz, presencia de tejido dentario y profundidad de la restauración (Barrancos, 2006).

### **2.1.3 Factores que afectan el comportamiento y/o propiedades de los composites**

Investigadores y cirujanos dentistas aún se muestran preocupados con la presencia de factores físico-químicos asociados con la práctica clínica, dado que son reflejados durante la manipulación de las resinas compuestas o composites y estos son los siguientes: viscosidad deficiente de los composites, contracción de polimerización, “flow”, resistencia al desgaste, formación de alguna brecha a nivel oclusal o proximal (cierre marginal), cambios de temperatura, estabilidad de color, reacción de los agentes de enlace con la dentina y algunos problemas asociados con el procedimiento y manejo clínico (Barrancos, 2006).

Considerando que, uno de los problemas es el control de la humedad en el campo operatorio, se tiene que tener mucha atención en el momento del fotocurado, ya que no permitirá el polimerizado total hasta la profundidad, sobre todo para ciertos materiales que requieren de una técnica de adhesión compleja y secuencial; es por ello que se busca entender como es la conducta de estos materiales frente al medio bucal, donde la saliva, el biofilm bacteriano, restos

alimenticios y cambios de temperatura logran influir en la contracción volumétrica del composite (Barrancos, 2006).

### ***2.1.3.1 Manipulación de las resinas compuestas***

Actualmente en el mercado dental, los composites suelen ser de tres tipos: de autopolimerización, de fotopolimerización y duales o de endurecimiento mixto.

Los de autopolimerización, consta de dos partes, una pasta y un líquido (base y catalizador), de los cuales deben ser mezclados y espatulados antes de ser insertarlos en la cavidad dentaria. Este acto de manipular el polvo y líquido manualmente, presenta ciertas desventajas, tales como un tiempo de trabajo limitado, el cuidado de no incorporar burbujas de aire a la mezcla, una masa no siempre homogénea de los elementos al mezclar y cambios de coloración a largo plazo. Sin embargo, al no depender de la energía luminosa, permite un buen complemento con la temperatura del medio ambiente, logrando polimerizar en su totalidad a zonas más profundas y de difícil acceso.

Los de fotopolimerización, son pastas en presentación de jeringas o cápsulas condensables. Las cápsulas pre-dosificadas tienden a tener un precio más alto, dado que se requiere de pistolas especiales para cargar el composite, con el fin de facilitar su manipulación y reducción de contaminación cruzada, ya que luego deben ser desechadas una vez utilizadas. Sin embargo, su manipulación es más simple y rápida, además su uso correcto permite lograr restauraciones más compactas con menor cantidad de poros y con un mayor grado de conversión de los componentes químicos que lo constituyen.

Los duales, se presentan también en forma de jeringas. Estos composites inician su polimerización químicamente por autocurado, y finalizan por acción de la fotosensibilidad,

resultando muy útiles para zonas donde hay un buen acceso y calidad de la luz. Con respecto a sus ventajas y desventajas son las mismas para cada componente.

Teniendo en cuenta el tipo de manipulación y el uso clínico de los composites, se debe considerar los siguientes instrumentales y aspectos:

- Instrumentos para inserción y contorneado.
- Jeringas para inserción.
- Instrumentos para la eliminación de excesos y terminación.
- Instrumentos y pastas para pulido

Es importante que el material asegure cualidades de manipulación, que faciliten el trabajo técnico de realización de restauraciones. Para ello, el material en estado plástico debe tener una consistencia que permita modelarlo antes de ser polimerizado, que mantenga la forma hasta que se polimerice en su totalidad, que no se engome a los instrumentos y que tenga una razonable condensación. Estas características de manipulación pueden determinar la selección de un determinado producto sobre otro de propiedades similares, una vez polimerizado. Un avance en ese sentido, especialmente orientado al empleo de composites en restauraciones del sector posterior de la cavidad bucal, es el desarrollo de los composites “condensables” o “empacables” (Barrancos, 2006).

Diversos estudios demuestran que las propiedades físicas y mecánicas de los composites están relacionadas con la matriz polimérica, el relleno o carga inorgánica y el agente de conexión que forman parte de su composición.

Considerando esto, al existir una manipulación digital durante el procedimiento de la inserción de resinas compuestas en la cavidad dentaria, es posible la formación de porosidades.

Medlock, Zinck, Norling y Sisca (1985) evaluaron los efectos del uso de resinas compuestas híbridas y micropartículas químicamente activadas en porosidad. Los autores también incluyeron una resina fotopolimerizable para determinar si la técnica con el uso de jeringa presentaba mayor valor en los materiales que no fueron mezclados. Además, intentaron cuantificar la distribución del tamaño de poros con respecto a la porosidad total. Concluyeron que el uso de las resinas compuestas fotopolimerizables en jeringa representa un medio efectivo para reducir clínicamente la porosidad en estas restauraciones.

El contacto de los guantes con el agua, podría ser otro factor que modifica las propiedades de los composites:

Cacciafesta, Sfondrini, Baluga, Scribante y Klersy (2003) analizaron los efectos de tres diferentes acondicionadores de esmalte (10% de ácido poliacrílico, 37% de ácido fosfórico y primer auto-condicionante) en la resistencia de unión al cizallamiento y la ubicación de falla de un ionómero de vidrio modificado con resina (Fuji Ortho LC, GC), unido a esmalte seco, humedecido con agua y humedecido con saliva. Ciento ochenta incisivos bovinos inferiores fueron divididos aleatoriamente en 12 grupos ( $n = 15$ ). Ciento ochenta brackets fueron unidos con un ionómero de vidrio modificado con resina. Después de la unión de los brackets, todas las muestras se almacenaron en agua durante 24 horas y fueron probadas bajo carga de cizallamiento. Después de la aplicación del primer auto-condicionante, Fuji Ortho LC, produjo una mayor fuerza de adhesión más alta que todas las diferentes condiciones de la superficie del esmalte; estos valores fueron significativamente mayores que los obtenidos con los grupos restantes, excepto cuando utilizaron Fuji Ortho LC con ácido fosfórico al 37% sobre el esmalte seco.

El contacto de los guantes con la saliva, como posible factor modificante de las propiedades de los composites:

Webster *et al.* (2001) quienes compararon la resistencia de la unión al corte de dos sistemas adhesivos hidrofílicos fotopolimerizables, Transbond XT con MIP (3M / Unitek) y Assure (Reliance Orthodontics) con un sistema adhesivo hidrófobo, Transbond XT con XT primer (3M / Unitek). Las pruebas de comparación fueron conducidas bajo cuatro condiciones de la superficie del esmalte: (1) acondicionado y seco; (2) acondicionado y humedecido con saliva artificial; (3) acondicionamiento, aplicación de Primer y humedecido con saliva artificial y (4) acondicionado, aplicación de Primer, humedecido con saliva artificial y primer nuevamente. Además, un valor de índice de residuo adhesivo utilizaron para determinar la cantidad de adhesivo restante en el diente. Ciento cuarenta y cuatro brackets de acero inoxidable fueron adheridos a dientes bovinos y fueron probados bajo cizallamiento. Los tratamientos 1 y 4 demostraron los valores promedio de resistencia de índice adhesivo restante más alto, sin embargo los valores más bajos fueron dados por los tratamientos 2 y 3.

Como otro causante modificador de las propiedades mecánicas, fue considerado el contacto de los guantes con la sangre:

Cacciafesta, Sfondrini, Scribante, De Angelis y Klersy (2004) evaluaron el efecto contaminante de la sangre sobre la resistencia de unión al cizallamiento y falla de adhesivo de un ionómero vidrio modificado con resina (Fuji Ortho LC), utilizado con tres acondicionadores de esmalte dental (10% de ácido poliacrílico, 37% de ácido fosfórico y Primer auto-acondicionante). Ciento veinte incisivos inferiores permanentes de bovinos fueron divididos aleatoriamente en 8 grupos (n = 15). Dos condiciones de superficie de esmalte fueron estudiadas: seco y contaminado con sangre. Después de la unión de los brackets, todas las muestras fueron

almacenadas en agua durante 24 horas y analizadas bajo carga de cizallamiento. Los grupos acondicionados con Primer auto-acondicionante y ácido fosfórico al 37% presentaron una resistencia adhesiva más alta, tanto en esmalte seco como contaminado con sangre. Los grupos acondicionados con ácido poliacrílico al 10% mostraron valores de fuerza adhesiva significativamente menores y los grupos no acondicionados tuvieron los valores más bajos. No hallaron diferencias significativas entre los grupos secos y contaminados con sangre en relación al acondicionador de esmalte. La contaminación del esmalte con sangre durante el procedimiento de adhesión con Fuji Ortho LC no afectó sus valores de resistencia adhesiva, independientemente del acondicionador de esmalte utilizado.

En la actualidad, la Bioseguridad se ha establecido como el primer eje en el área de la Odontología, puesto que tiene la singularidad de ser una norma de conducta profesional mundial, aplicados de principio a fin, en este caso por el cirujano dentista hacia todos sus pacientes. Las normas de bioseguridad se cimientan aplicando los máximos estándares de medidas de protección para el personal de salud y pacientes, como la desinfección, esterilización, asepsia y esterilización, con el fin de evitar riesgos de contraer enfermedades e infecciones cruzadas. Los requisitos mínimos de la norma de bioseguridad es el correcto lavado de manos, esterilización del equipo e instrumental y utilización de materiales descartables como cubrebocas, gorro, anteojos, mandil y guantes (Otero, 2002).

#### **2.1.4 Guantes**

Son barreras de protección contra las secreciones corporales y bucales, como las enfermedades de transmisión sanguínea y/o salival. Dentro de las normas de bioseguridad, se considera que los guantes deben ser cambiados y desechados entre cada paciente, una vez finalizado los procedimientos clínicos y de laboratorio. Por otro lado, se aconseja el cambio

periódico de los guantes, ya que su uso prolongado provocará un debilitamiento en su barrera protectora oxidando el material e inhabilitándolo como elemento de protección (Barrett y Randle, 2008).

Según Schant (1991) un 36% de los guantes descartables tienden a tener fallas de fabricación y con el uso prolongado de 3 horas sufren deterioro entre un 13% a un 70%.

A partir de ello, dos investigadores determinaron el tiempo promedio máximo por cada tipo de guante utilizado: Guantes de examen de látex y nitrilo (15 a 30 minutos), guantes de vinilo (15 minutos) y guantes quirúrgicos estériles de látex (1 a 3 horas) (Suarez y González, 2012).

La Asociación de Empresas de equipos de Protección Individual (ASEPAL, 2017) hacen un hincapié en que los guantes deben cumplir tres aspectos importantes: considerar los actos quirúrgicos que requieren alta sensibilidad, presencia de alérgenos y poder de resistencia frente a los diferentes tratamientos.

El tipo de guante a utilizar dependerá del tipo de labor y preferencia profesional, existiendo diferentes presentaciones: guantes de diagnóstico (no estériles de látex), guantes quirúrgicos (estériles de látex), guantes de nitrilo, vinilo y de uso doméstico.

- Guantes de látex:

Los guantes de látex se fabrican a partir de una materia prima natural y son los más solicitados y comunes en el campo de la salud por ser los más sensibles y altamente resistentes, sin embargo, son más alérgenos comparados con los demás guantes, posiblemente por la presencia del azufre dentro de su composición química, produciendo reacciones de hipersensibilidad en la piel.

Causton, Burke y Wilson (1993) en su estudio “Implications of the presence of dithiocarbamate in latex gloves” examinaron veinticinco tipos de guantes (incluido el látex) para

detectar la presencia de ditiocarbamato, componente químico que se utiliza como conservante o acelerador de vulcanización en el proceso de fabricación de guantes de látex, comprobándose en los resultados la inhibición de polimerización de los elastómeros y efectos adversos con respecto a la piel, posiblemente por los elementos sulfurados presentes en su estructura química.

- Guantes de nitrilo:

Según la Division of Science of the ADA Council on Scientific Affairs (2003) se fabrican a partir de monómeros sintéticos como el acrilonitrilo, el butadieno, el ácido carboxílico y el sulfato de aluminio. Son considerados como el sustituto ideal en caso de alergia a los guantes de látex, ofrece una alta resistencia a la punción o perforación y una buena elasticidad. Su superficie microrugosa y sin polvo proporciona un alto confort e incrementa su uso en el mercado.

- Guantes de vinilo:

Los guantes de vinilo se fabrican a partir de cloruro de polivinilo, posee un confort y módulo de elasticidad adecuados, no son tan tenaces a las perforaciones como los de látex. Sin embargo, son una de las opciones más económicas del mercado por ser ideales en la realización de tareas cortas y altamente resistentes al aceite, ozono y ácidos.

Talco o polvo presentes en los guantes, ha sido tema de estudio para diferentes autores a lo largo de todo este tiempo:

Belvedere y Lambert (1994) investigaron efectos negativos con respecto al uso de guantes de látex con polvo en la práctica clínica. Los autores presentaron informes de irritación y alergia al contacto con los guantes de látex con polvo, en Odontología y en Medicina. En Odontología, la presencia de almidón como lubricante reduce los valores de resistencia de unión al cizallamiento en la interface porcelana/esmalte y la reducción de los valores de resistencia de unión al

cizallamiento en la interface porcelana/esmalte, la correcta manipulación de los implantes dentales y el efecto de los guantes con talco sobre el éxito clínico de estos procedimientos.

Holtan, Lua, Belvedere y Lambert (1995) estudiaron el efecto de los guantes con talco y sin talco en la resistencia de unión al cizallamiento de porcelana, acondicionadas unidas al esmalte humano. Aunque el guante con talco haya presentado una disminución estadísticamente significativo en la resistencia al cizallamiento, el guante sin talco no produjo ninguna reducción significativa. Los autores concluyeron que el talco de almidón que cubre los guantes de látex puede contaminar las superficies de contacto, creando problemas potenciales durante los procedimientos adhesivos, como en la unión de carillas de porcelana.

Field (1997) revisó críticamente los riesgos potenciales asociados al uso de guantes de látex natural con talco en la práctica dental y relató algunas posibles dificultades que se puedan encontrar al manipular los materiales dentales. Realizó una búsqueda de artículos publicados en los últimos diez años y pudo verificar en estas literaturas médica-odontológicas, que las proteínas encontradas en los guantes de látex de caucho natural, sufren difusión a través de los guantes y se adhiere a su talco. El autor afirma que el mayor riesgo asociado con el uso continuo de guantes de látex empolvados es la sensibilización, dermatitis, formación de granulomas postoperatorios, contaminación de los sitios de implantes dentales y la reducción in vitro de la resistencia de unión al cizallamiento de carillas de porcelana, por la exposición a las proteínas naturales de látex (caucho natural). Concluye, que los odontólogos deben considerar los riesgos potenciales asociados al uso de guantes de látex, durante los procedimientos clínicos.

Roberts y Bartoloni (2002) examinaron el efecto de la contaminación de guantes de látex empolvados y sin polvo sobre la resistencia adhesiva, en el estudio revisaron, sesenta terceros molares humanos sin caries montados en acrílico, seccionados y pulidos. Los dientes fueron

distribuidos en cinco grupos: 1) Sin contaminación del guante de látex (control); 2) Contaminación del guante de látex con talco antes del acondicionamiento, 3) Contaminación del guante de látex sin talco antes del acondicionamiento, 4) Contaminación del guante de látex con talco después de la aplicación del adhesivo dentinario, pero antes de la colocación de resina compuesta, 5) Contaminación del guante de látex sin talco después de la aplicación del adhesivo dentinario, antes de la colocación de resina compuesta. El agente adhesivo dental fue el “Excite”, utilizada de acuerdo con las instrucciones del fabricante. La resina compuesta Z250 fue aplicada en incrementos de 2 x 2 mm utilizando un molde de teflón bipartido y fotopolimerizado por 20 s. Las muestras unidas fueron termocicladas y almacenadas en agua destilada a 37 ° C durante una semana. Los resultados fueron analizados con la prueba ANOVA. No hubo diferencia significativa en la resistencia adhesiva entre grupos experimentales y de control. Los grupos 1, 2, 3 y 4 presentaron predominantemente fallas mixtas, mientras que la mayoría de las muestras el grupo 4 mostró fallas adhesivas. Los autores concluyeron que la contaminación de la dentina por guantes de látex con talco y sin talco no afectó significativamente la resistencia adhesiva, sugiriendo el análisis de los efectos de contaminación de la dentina en la resistencia adhesiva de otros agentes adhesivos y el examen ultra estructural para determinar el papel del talco como contaminante.

### **III. Método**

#### **3.1 Tipo de investigación**

- Experimental – *in vitro*, según la intervención del investigador sobre los fenómenos.
- Cuantitativo, según enfoque.
- Transversal, según el periodo y secuencia del estudio.
- Prospectivo, según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información.

#### **3.2 Ámbito temporal y espacial**

La investigación se llevó a cabo el año 2020, en el laboratorio de ensayos “HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC”, acorde con las normas, ISO 4049:2019 y ASTM E384-99.

#### **3.3 Variables**

- Variables independientes: Guantes de látex y nitrilo.
- Variable dependiente: Microdureza superficial de la resina compuesta 3M ESPE Filtek™ Z350 XT.

VARIABLES	DEFINICIÓN				
	CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	VALOR
Microdureza superficial	Resistencia de un material frente a la deformación plástica después de someterse a una carga de fuerza	Medición de la huella marcada por el indentador del Microdurómetro	Microdurómetro Vickers (HV)	Razón	0 a X Superficie Kg/mm <sup>2</sup>

### 3.4 Población y muestra

Tipo: No probabilístico por conveniencia. La muestra estuvo determinada según las recomendaciones de la norma ISO (International Organization for Standardization), para el estudio de las propiedades mecánicas de materiales de restauración a base de polímeros, se utilizó el ISO 4049:2019, el cual recomienda un mínimo de 8 probetas por cada grupo de estudio.

Criterios de selección:

Criterio de Inclusión

- Resinas fotocurables nanoparticuladas indicadas para restauración directa para dientes anteriores y/o posteriores.

Criterio de exclusión

- Resinas compuestas macroparticuladas, microparticuladas e híbridas.

- Probetas que no poseen las mediciones indicadas por el ISO.
- Probetas que en su confección presentan grietas o burbujas.

### **3.5 Instrumentos**

- Método/técnica: Observación.
- Instrumento: Ficha de recolección de datos ad hoc, para ensayos mecánicos de microdureza superficial, elaborada por el autor.

### **3.6 Procedimientos**

Previa aceptación del laboratorio “HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC” para el desarrollo de nuestra investigación, se procedió a confeccionar las probetas de acuerdo a las especificaciones de la norma ISO 4049: 2019, la cual indica el número mínimo necesario para cada grupo de estudio y detalles técnicos para la confección y elaboración de las probetas.

Las probetas de resina fueron realizadas en una sola sesión, en horario diurno con iluminación artificial con una temperatura promedio de 19°C. No obstante, se pudo corroborar esta evaluación mediante los datos hidrometeorológicos de la estación más cercana al área de trabajo por parte del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2020).

Se elaboraron 60 probetas de resina compuesta 3M ESPE Filtek™ Z350 XT manipuladas con guantes de látex y nitrilo (Nipro, Japón), con y sin exposición a saliva humana estimulada, y fueron distribuidas de la siguiente manera:

Grupo I: 10 probetas de resina compuesta 3M ESPE Filtek™ Z350 XT, utilizando guantes de látex con polvo, expuestos a saliva.

Grupo II: 10 probetas de resina compuesta 3M ESPE Filtek™ Z350 XT, utilizando guantes de látex con polvo, no expuestos a saliva.

Grupo III: 10 probetas de resina compuesta 3M ESPE Filtek™ Z350 XT, utilizando guantes de látex sin polvo, expuestos a saliva.

Grupo IV: 10 probetas de resina compuesta 3M ESPE Filtek™ Z350 XT, utilizando guantes de látex sin polvo, no expuestos a saliva.

Grupo V: 10 probetas de resina compuesta 3M ESPE Filtek™ Z350 XT, utilizando guantes de nitrilo sin polvo, no expuestos a saliva.

Grupo VI (Control): 10 probetas de la resina compuesta 3M ESPE Filtek™ Z350 XT, sin manipulación digital (con espátula estéril).

De acuerdo a las medidas estandarizadas para la preparación de los especímenes, el molde empleado para su confección fue una matriz de acero inoxidable bipartida, obteniendo muestras de forma cilíndrica con dimensiones de 4x6 mm (dxh).

Para el grupo experimental, cada incremento de resina compuesta fue manipulado con los dos tipos de guantes, interviniendo la saliva humana estimulada, luego fue homogenizado con la yema de los dedos durante 20 segundos obteniendo una forma redonda. Una vez manipulada, procedimos a introducirlo al molde. Posteriormente, con ayuda de una de las partes activas de la espátula, atacador, se compactó y condensó la resina sobre una platina de vidrio, con el fin de evitar burbujas.

Previamente antes de la polimerización de cada incremento, se midió la intensidad lumínica de la lámpara LED (Woodpecker, China). Siguiendo las instrucciones del fabricante, el tiempo de fotocurado de las resinas compuestas fue de 20 segundos. Antes de polimerizar el último incremento de resina se colocó una cinta de celuloide (Rite Dent Manufacturing Corporation, USA) y sobre ella una lámina portaobjeto de 76.2 mm x 25.4 mm con un espesor de 1 -1.2 mm (Yancheng Hengtai Glass Instrument Factory, China), la cual sirvió de punto de apoyo para

aplicar presión digital y eliminar el material sobrante, logrando que las superficies tanto superior como inferior queden paralelas entre sí, luego se retiró la lámina portaobjeto y se procedió a polimerizar el último incremento de la probeta.

Seguidamente, se retiró la probeta de la matriz y procedimos a codificarlas en la parte media de la cara superior del cilindro con un plumón negro indeleble (Layconsa, Perú), con ayuda de un calibrador Vernier Digital de aproximación de 0.01 mm (Mitutoyo, Japón) se verificó el diámetro y altura del molde.

Se realizó el pulido de las muestras con un sistema de discos cubiertos con oxido de aluminio de grano grueso (Sof-Lex 3M, USA). Esto se realizó con el fin de eliminar los excesos de material, alisar y homogenizar las superficies irregulares de las probetas. Posterior a ello las probetas fueron almacenadas en agua desionizada (Diamedsa, Perú) a 37°C, en una estufa (W30 VorOffnenNetzsker, Alemania) durante 24 horas con la finalidad de garantizar un mismo tiempo de curado para todas las probetas, para luego proceder con la prueba de resistencia al desgaste o microdureza superficial Vickers.

Inmediatamente, una vez finalizado el tiempo de almacenamiento, se realizó el ensayo de los especímenes en el Laboratorio “HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC”, según los datos técnicos del microdurómetro digital (LG, Corea del Sur), este procedimiento se realizó siguiendo la norma ASTM E384-99.

En cada muestra se realizaron 3 indentaciones en 3 puntos diferentes bajo una carga de 50 gramos por 15 segundos. El valor de microdureza superficial se determinó midiendo las diagonales de cada hendidura con un microscopio de 40X que brindó fotografías de las indentaciones, los resultados se registraron en micras y se realizaron los cálculos para obtener el valor de cada indentación expresada en HV (Hardness Vickers).

Finalmente, los valores obtenidos de cada indentación fueron trasladados a nuestra ficha de recolección de datos, una tabla de valores de microdureza superficial en unidades HV para cada muestra.

Para el grupo control, se realizó las pruebas siguiendo las recomendaciones del fabricante, la resina fue introducida con apoyo de una espátula de teflón doble parte activa (Hu Friedy, USA) al molde en tres incrementos de 2mm aproximadamente cada uno.

### **3.7 Análisis de datos**

Se empleó una computadora portátil HP Windows 10 para el reservorio de datos. Mediante el programa Excel 2010, Se elaboró la base de datos y el análisis estadístico con en el programa STATA V16.

#### **- Análisis descriptivo:**

Las medidas de tendencia central y dispersión (media, desviación estándar, mediana, mínimo y máximo) fueron utilizadas para describir el comportamiento y distribución de la microdureza superficial de la resina 3M ESPE Filtek Z350 XT usando guantes de látex, guantes de nitrilo, con y sin polvo, expuestos y no expuestos a saliva, así como también se elaboraron graficas de barras simples y compuestas para observar si hay valores extremos y ver la dispersión de los datos.

#### **- Análisis inferencial:**

Con un nivel de confianza del 95% y significancia del 0.05, se utilizó la prueba T-STUDENT para comparar entre dos grupos independientes, y el análisis de la varianza (ANOVA) para determinar diferencias entre todos los grupos.

### **3.8 Consideraciones éticas**

El investigador no tiene ningún tipo de conflicto de intereses con las marcas que se utilizaron, ya que fueron netamente utilizados para con fines de investigación.

Se respeta la autoría con respecto a la información utilizada, citando y referenciando de acuerdo a los lineamientos de la Universidad para redactar el trabajo de investigación.

#### IV. Resultados

Al comparar la Microdureza Superficial (MS) de una resina compuesta nanoparticulada (3M ESPE Filtek™ Z350 XT), utilizando guantes de látex, con polvo (Grupo I) y sin polvo (Grupo III), expuestos a saliva, se observó que la microdureza superficial del grupo III tiene una media de  $73.38 \pm 1.151$ , mayor que el grupo I, con una media de  $72.39 \pm 1.265$ . No se encontró diferencias estadísticamente significativas,  $P > 0.05$  (Tabla 1, Figura I).

Tabla 1

Comparación de la microdureza superficial de la resina Filtek™ Z350 XT, utilizando guantes de látex, con polvo y sin polvo, expuestos a saliva

Grupo	N°	Media	E.S	D.S	IC 95%	t	P
Grupo I	10	72.39	1.265	4.000	69.528 75.252	-0.5788	0.5699
Grupo III	10	73.38	1.151	3.641	70.776 75.984		

E.S: Error estándar; D.S: Desviación estándar; t: Estadístico de prueba (STUDENT).

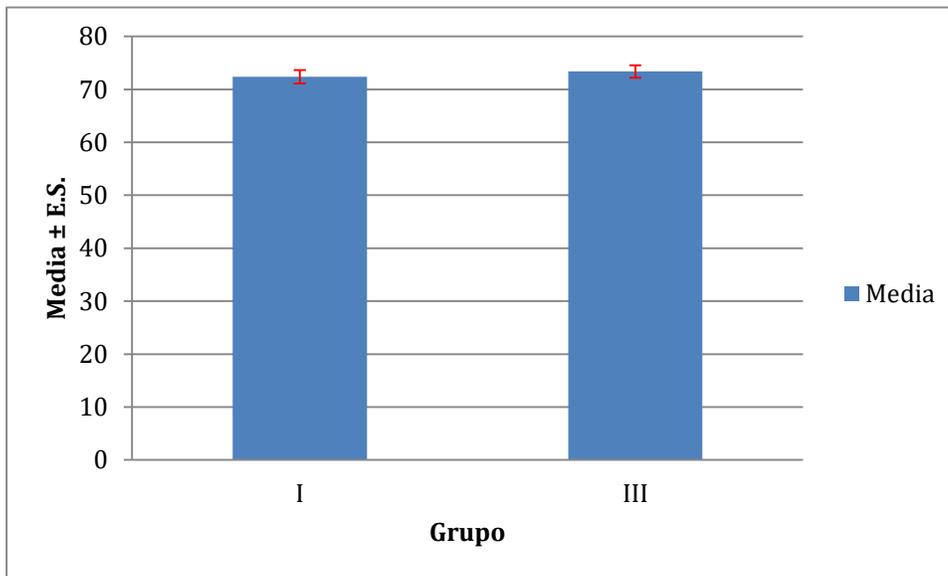


Figura I. Microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT, entre guantes de látex con y sin polvo, expuestos a saliva.

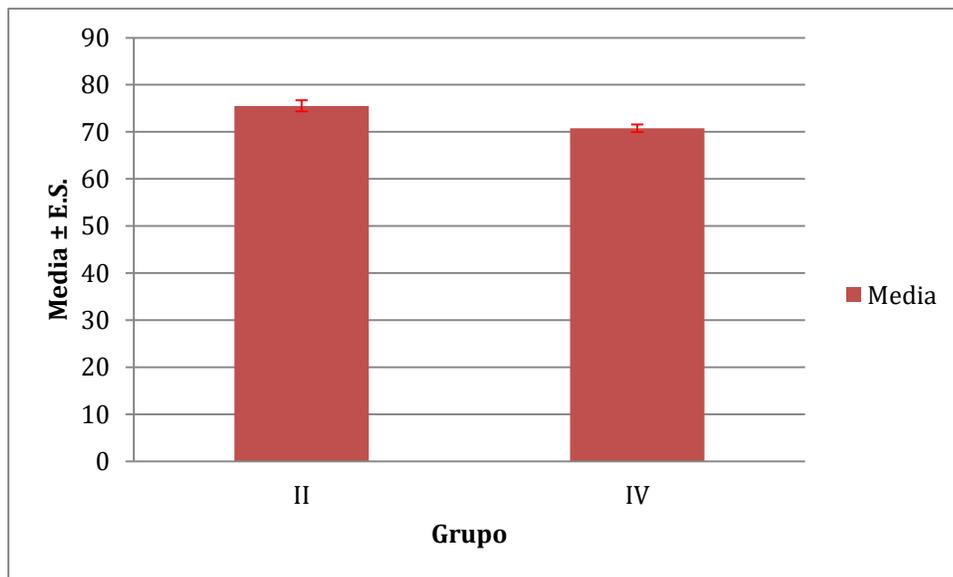
Al comparar la Microdureza Superficial (MS) de una resina compuesta nanoparticulada (3M ESPE Filtek™ Z350 XT), utilizando guantes de látex con polvo (Grupo II) y sin polvo (Grupo IV), no expuestos a saliva, se observó que la microdureza superficial en el grupo II tiene una media de  $75.52 \pm 1.189$ , siendo mayor que el grupo IV, con una media de  $70.76 \pm 0.784$ . No se encontró diferencias estadísticamente significativas,  $P < 0.05$  (Tabla 2, Figura II).

Tabla 2

*Comparación de la microdureza superficial de la resina Filtek™ Z350 XT, utilizando guantes de látex, con polvo y sin polvo, no expuestos a saliva*

Grupo	Nº	Media	E.S	D.S	IC 95%	t	P
Grupo II	10	75.52	1.189	3.760	72.830 78.210	3.342	0.0036
Grupo IV	10	70.76	0.784	2.480	68.986 72.534		

E.S: Error estándar; D.S: Desviación estándar; t: Estadístico de prueba (STUDENT).



*Figura III. Microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT, entre guantes de látex con y sin polvo, no expuestos a saliva.*

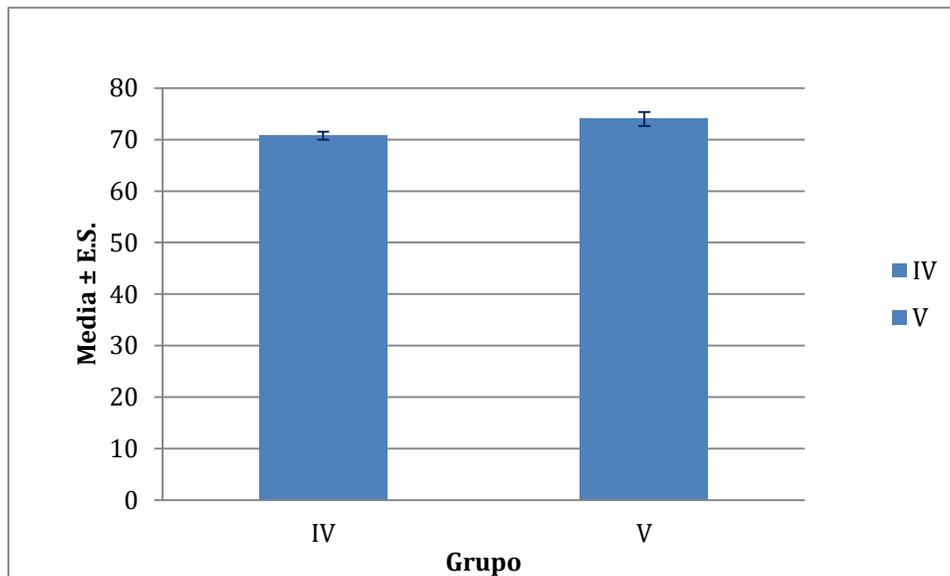
Al comparar la Microdureza Superficial (MS) de una resina compuesta nanoparticulada (3M ESPE Filtek™ Z350 XT), utilizando guantes de látex sin polvo (Grupo IV) y nitrilo sin polvo (Grupo V), no expuestos a saliva, se observó que la microdureza superficial es mayor mediante el uso de guantes de nitrilo sin polvo (Tabla 3, *Figura III*).

Tabla 3

*Comparación de la microdureza superficial de la resina Filtek™ Z350 XT, utilizando guantes de látex y nitrilo, sin polvo, no expuestos a saliva*

Grupo	N°	Media	E.S	D.S	IC 95%	t	P
Grupo IV	10	70.76	0.784	2.480	68.986 72.534	0.1492	0.8831
Grupo V	10	74.02	1.373	4.343	70.914 77.126		

E.S: Error estándar; D.S: Desviación estándar; t: Estadístico de prueba (STUDENT).



*Figura IIIII. Microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT, entre guantes de látex y nitrilo, sin polvo, no expuestos a saliva.*

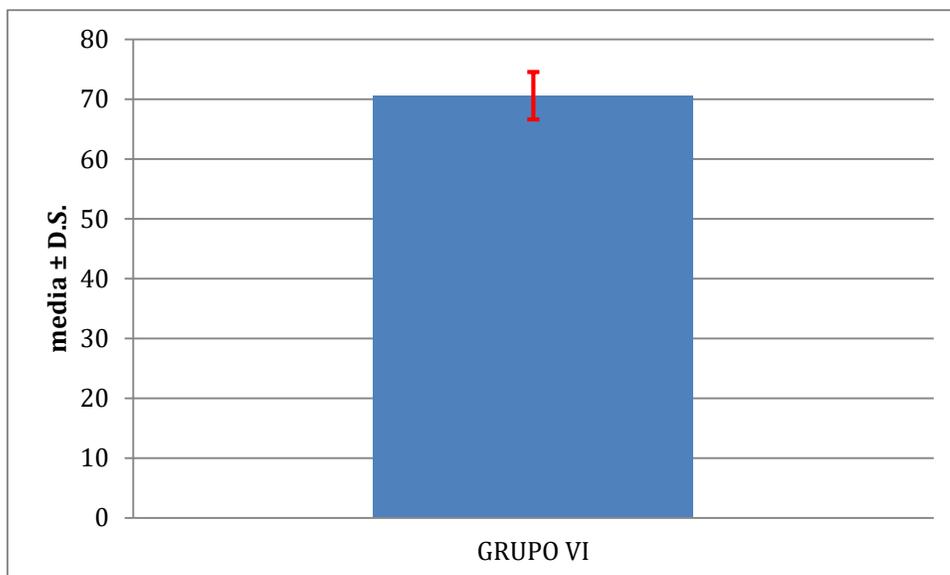
La microdureza superficial de la resina 3M ESPE Filtek™ Z350 XT, sin manipulación digital, utilizando espátula estéril (Grupo VI), presenta un valor promedio de 70.58 HV y una desviación estándar de 3.95. Los valores obtenidos fueron desde 65.7 hasta 78.1 HV, no interfiriendo en el proceso de microdureza (Tabla 4, *Figura IV*).

Tabla 4

*Microdureza superficial de la resina Filtek™ Z350 XT, sin manipulación digital, utilizando espátula estéril (grupo control)*

Grupo	N°	Media	DS	Mediana	Mín	Máx
Grupo VI	10	70.58	3.953	69.6	65.7	78.1

D.S: Desviación estándar.



*Figura IV. Microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT, sin manipulación digital (con espátula estéril).*

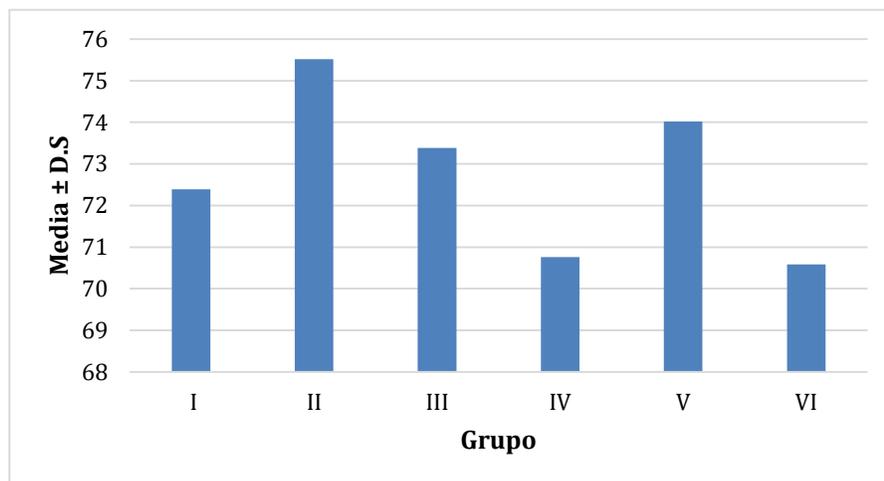
Al comparar la Microdureza Superficial (MS) de una resina compuesta nanoparticulada (3M ESPE Filtek™ Z350 XT), entre todos los grupos (experimentales y control), se observó que el Grupo II (guantes de látex con polvo, no expuestos a saliva) presenta un mayor promedio de microdureza superficial con un valor de 75.52 HV, seguido por el Grupo V (guantes de nitrilo sin polvo, no expuestos a saliva), con un valor de 74.02 HV. El menor promedio lo obtuvo el Grupo VI (control) con un valor de 70.58 HV (Tabla 5, Figura V).

Tabla 5

*Comparación de la microdureza superficial de la resina Filtek™ Z350 XT, de los grupos experimentales con guantes de látex vs guantes de nitrilo y el grupo control*

Grupo	N°	Media	D.S	F	P
Grupo I	10	72.39	4.000		
Grupo II	10	75.52	3.760	2.38	0.039
Grupo III	10	73.38	3.641		
Grupo IV	10	70.76	2.480		
Grupo V	10	74.02	4.343		
Grupo VI	10	70.58	3.953		

D.S: Desviación estándar; F: Estadístico de Prueba (ANOVA).



*Figura V. Promedios de microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT, entre los seis grupos.*

## V. Discusión de resultados

Durante mucho tiempo, el cirujano dentista ha realizado tratamientos de operatoria dental manipulando composites, aplicando medios de bioseguridad, mascarillas, gorros, lentes y guantes de diferentes materiales (látex, nitrilo, vinilo, etc.), sin considerar que el uso de uno de ellos podría interferir en las propiedades mecánicas de las resinas compuestas, por los componentes químicos que poseen. Diversos estudios se realizaron para demostrar el efecto colateral de la manipulación con guantes de las resinas compuestas sobre la microdureza superficial, investigaciones que me incentivaron a realizar el presente estudio con el propósito de mejorar la microdureza de las resinas compuestas, a partir de la selección de guantes de látex y/o nitrilo como resultado de nuestra investigación, evitando así efectos colaterales durante la manipulación de las resinas compuestas nanoparticulada, 3M ESPE Filtek™ Z350 XT.

La presente investigación, tuvo como objetivo evaluar la microdureza superficial de una resina compuesta nanoparticulada (3M ESPE Filtek™ Z350 XT), manipulada con guantes de látex y guantes de nitrilo. De acuerdo con los resultados obtenidos en nuestro estudio, se pudo observar un mayor valor de microdureza superficial utilizando guantes de látex con polvo, en comparación a los guantes de látex sin polvo, ambos no expuestos a saliva, encontrando diferencias estadísticamente significativas (Tabla 2).

Con respecto al uso de los guantes de nitrilo, nuestra tabla 3 refleja mayores valores de microdureza superficial, utilizando guantes de nitrilo sin polvo versus guantes de látex sin polvo, sin exposición a la saliva. Resultados muy similares con un reciente estudio, el cual tuvo como objetivo manipular tres diferentes tipos de guantes (látex, nitrilo y vinilo) sobre la microdureza superficial en los niveles superior e inferior de dos tipos de resinas, nanohíbrida (Filtek™ Z350

XT) y de grandes volúmenes (Filtek® Bulk One), observando un mayor valor de microdureza superficial por los grupos con guantes de látex con polvo (limpios) en ambos niveles, superior e inferior con la resina Filtek™ Z350 XT y valores de 73.9 y 48.5 (superior e inferior, respectivamente) con los guantes de nitrilo sin polvo, a comparación de 68.1 y 40.5 (superior e inferior) con los guantes de látex sin polvo, siendo estos últimos, los que obtuvieron valores menores (Cerna, 2019).

No obstante, los primeros estudios relacionados con los efectos perjudiciales de los guantes con polvo en la odontología clínica empezaron a discutirse brevemente en la literatura dental (Belvedere y Lambert, 1994; Field, 1997).

Posteriormente, en diversas literaturas se debatía sobre las partículas de polvo de almidón que contienen los guantes de látex, indicando que pueden esparcirse por el aire durante el uso o la extracción de los guantes y contaminar la superficie de los equipos, instrumentos, campo quirúrgico y materiales dentales (Roberts y Bartolini, 2002).

Ñaupari (2019) observó una influencia negativa en las propiedades físicas de los composites debido a la presencia de polvo en los guantes de látex. Esta última investigación contradice nuestro estudio y el de Cerna, siendo ambos del mismo año o tiempo, sin embargo se tiene que considerar las limitaciones y diferencias de cada estudio.

Por otro lado, aun no existe en la literatura dental muchos estudios recientes o actualizados que reporten cambios o efectos colaterales de las propiedades físicas y mecánicas de las resinas compuestas al ser manipuladas digitalmente con guantes de nitrilo. Y es que al comparar la microdureza superficial de una resina compuesta nanoparticulada (3M ESPE Filtek™ Z350 XT), entre los grupos experimentales (guantes de látex, guantes de nitrilo) y el grupo control, se pudo observar que el menor valor fue dado por el grupo control, el cual no tuvo manipulación o

contacto con los guantes y utilizó como medio una espátula de teflón para el traslado del material al molde.

Este resultado coincidió con el estudio de Martins e investigadores, quienes hallaron que el grupo control (sin manipulación digital) y el grupo manipulado utilizando guantes empolvados con saliva mostraron menor rendimiento mecánico, siendo significativamente más bajos que los otros grupos, concluyendo que, la manipulación digital puede estar indicada para las restauraciones dentales con resina compuesta para lograr mejores propiedades mecánicas, siempre y cuando los guantes no estén contaminados o sean limpiados previamente con alcohol al 70% (Martins *et al.*, 2015).

Ante este último estudio, cabe destacar la importancia de la previa desinfección de los guantes antes de manipular las resinas compuestas por parte del alcohol al 70 %, como también lo indica el estudio de Xavier e investigadores, quienes observaron mayores promedios de microdureza superficial en la resina Filtek Z350 XT, manipulada con guantes previamente frotados con alcohol al 70% (Xavier *et al.*, 2017).

## **VI. Conclusiones**

Aparentemente, la manipulación de las resinas compuestas con guantes de látex con polvo, resultan tener mayor valor de microdureza superficial, a comparación de los guantes de látex sin polvo.

La manipulación de las resinas compuestas utilizando guantes de nitrilo, apunta a tener un mejor desempeño en su microdureza superficial, a comparación de los guantes de látex.

La manipulación de las resinas compuestas con guantes de látex y/o nitrilo, ya sea con polvo y sin polvo, favorecerá un mayor valor de microdureza superficial, beneficiando el proceso y éxito de las restauraciones clínicas, sin embargo, estos guantes necesariamente tienen que estar limpios o nuevos.

## VII. Recomendaciones

Se sugiere nuevas investigaciones *in vitro* de otras propiedades mecánicas de las resinas compuestas, con el fin de corroborar si para todas se repite el mismo patrón o hay varianzas.

No es recomendable manipular las resinas compuestas con guantes contaminados o sucios. Si es el caso que aún se requiera o necesite utilizar estos guantes contaminados, deberán limpiarse previamente con alcohol al 70%, con el fin de eliminar restos y detritus.

Considerando que, la microdureza superficial resulta favorable manipulándolos con guantes limpios y desinfectados, se propone un nuevo estudio, en el cual involucre guantes nuevos, guantes limpiados previamente con alcohol al 70%, guantes limpiados previamente con alcohol al 96% y guantes limpiados previamente con tintura de yodo. Este último grupo, sería incorporado gracias a su amplio espectro microbiano que posee (González, 2003).

## VIII. Referencias

- Anusavice, K. y Phillip, R. (2004). *Phillips La ciencia de los materiales dentales*. Madrid, España: Elsevier.
- Asociación de empresas de equipos de protección individual. (2017). Guantes de nitrilo, la importancia de una buena materia prima. Recuperado de <https://www.asepal.es/actualidad/novedades/guantes-de-nitrilo-la-importancia-de-una-buena-materia-prima>
- Barrancos, J. y Barrancos, P. (2006). *Operatoria dental: Integración clínica*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Barrett, R. y Randle, J. (2008). Hand hygiene practices: nursing students' perceptions. *J. of Clinical Nursing*, 17(1), 1851-1857. doi: 10.1111/j.1365-2702.2007.02215.x
- Belvedere, P. y Lambert, D. (1994). Negative effects of powdered latex gloves in clinical dentistry. *J. Long. Term. Eff. Med. Implants*, 4(23), 119-125.
- Bowen, R. y Setz, L. (1986). Posterior composite restorations with a novel structure. *J. Dent Res*, 65(1), 639-642.
- Cacciafesta, V., Sfondrini, M., Baluga, L., Scribante, A. y Klersy, C. (2003). Use of a self-etching primer in combination with a resin modified glass ionomer: Effect of water and saliva contamination on shear bond strength. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 124(4), 420-426.
- Cacciafesta, V., Sfondrini, M., Scribante, A., De Angelis, M. y Klersy, C. (2004). Effect of blood contamination on shear bond strength of brackets bonded with a self-etching primer

- combined with a resin-modified glass ionomer. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 126(6), 703-708.
- Causton B., Burke F. y Wilson N. (1993). Implications of the presence of dithiocarbamate in latex gloves. *Dent Mater*, 9(3), 209-213. doi: 10.1016/0109-5641(93)90122-7
- Cerna, K. (2019). *Influencia de diferentes tipos de guantes en la microdureza de una resina nanohíbrida y de grandes volúmenes* (tesis de postgrado). Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú.
- Chain, M. y Baratieri, L. (2001). *Restauraciones Estéticas con Resinas compuestas en dientes posteriores*. Sao Paulo, Brasil: Artes Médicas.
- Chan, K., May, Y., Kim, H., Tong, K., Ng, D. y Hsiao, J. (2010). Resin composite filling (review). *Materials*, 3(2), 1228-1243. doi: 10.3390/ma3021228
- Delgado, A., Amaya, S., Su, Y., Behar, L. y Donovan, T. (2018). The influence of nitrile gloves on the setting behavior of polyvinyl siloxane putty impression materials. *Eur. J. Prosthodont Restor Dent*, 26(1), 40-45. doi: 10.1922/EJPRD\_01755Delgado06
- Division of Science of the ADA Council on Scientific Affairs. (2003). Nitrile gloves. *Jam Dent Assoc*, 134(9), 1256-1257. doi: 10.1016/0022-3913(92)90239-7
- Field, E. (1997). The use of powdered gloves in dental practice. *J. Dent*, 25(34), 209-214. doi: 10.1016/s0300-5712(96)00013-9
- Fortkamp, S. (2007). *Influência da manipulação digital com luvas na resistência à compressão e tenacidade à fratura de resinas compostas*. Florianópolis (tesis doctoral): Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.
- González, L. (2003). Antisépticos y desinfectantes. *Elsevier*, 22(3), 64-70.

- Gutiérrez, M. y Reyes, J. (2003). Microhardness and chemical composition of human tooth. *Materials Research*, 6(3), 367-73. doi: 10.1590/S1516-14392003000300011
- Heck, M., Kina, M., Vieira, L. y Andrada, M. (2010). Avaliação da microdureza superficial de uma resina composta fotopolimerizável em função da utilização de luvas contaminadas durante o ato restaurador. *RPG Rev Pós Grad*, 17(4), 185-190.
- Henostroza, G. (2010). *Estética en Odontología Restauradora*. Madrid, España: Editorial Ripano.
- Holtan, J., Lua, M., Belvedere, P. y Lambert, D. (1995). Evaluating the effect of glove coating on the shear bond strength of porcelain laminate veneers. *J. Am. Dent. Assoc.*, 126(5), 611-616. doi: 10.14219/jada.archive.1995.0240
- Lang, B., Jaarda, M. y Wang, R. (1992). Filler particle size and composite resin classification systems. *Journal of Oral Rehabilitation*, 19(6), 569-584.
- Macchi, R. (2000). *Materiales Dentales*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Martins, N., Schmitt, G., Oliveira, H., Madruga, M., Moraes, R. y Cenci, M. (2015). Contamination of composite resin by glove powder and saliva contaminants: Impact on mechanical properties and incremental layer debonding. *Oper Dent*, 40(4), 396-402. doi: 10.2341/13-105-L
- Medlock, J., Zinck, J., Norling, B. y Sisca, R. (1985). Composite resin porosity with hand and syringe insertion. *J. Prosthet. Dent.*, 54(1), 47-51. doi: 10.1016/s0022-3913(85)80068-8
- Missias, J. (2014). *Influencia de diferentes métodos de manipulación utilizando una resina compuesta* (tesis de pregrado). Universidad Estatal de Paraíba, Brasil.

- Ñaupari, R. (2017). *Evaluación de la microdureza superficial de resinas compuestas manipuladas con guantes contaminados* (tesis de pregrado). Universidad Peruana Cayetano de Heredia, Perú.
- Opdam, N., Roeters, J., Joosten, M. y Veeke, O. (2002). Porosities and voids in Class I restorations placed by six operators using a packable or syringable composite. *Dental Materials*, 18(1), 58-63. doi: 10.1016/s0109-5641(01)00020-3
- Oskoe, S., Navimipour, E., Bahari, M., Ajami, A., Oskoe, P. y Abbasi, N. (2012). Effect of composite resin contamination with powdered and unpowdered latex gloves on its shear bond strength to bovine dentin. *Oper Dent*, 37(5), 492-500.
- Otero, J. (2002). *Manual de Bioseguridad en Odontología*. Lima, Perú.
- Roberts, H. y Bartolini, J. (2002). Effect of latex gloves on bond strength. *J. Adhes. Dent.*, 4(3), 205-210.
- Rodríguez, D. y Pereira, N. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*, 46(3), 19-20.
- Sanders, B., Pollock, A., Weddell, J. y Moore, K. (2004). The effect of glove contamination on the bond strength of resin to enamel. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 28(4), 339-341.
- Suarez, B. y González, J. (2012). Manual de procedimientos de enfermería: uso de guantes. *Hospital Universitario Central de Asturias*, 35(6), 1-6.
- Santos, E., Yenque, D., Rojas, O. y Rosales, V. (2001). Acerca del ensayo de dureza: Notas Científicas. *Industrial Data*, 2(4), 73-80. doi: 10.15381/idata.v4i2.6768

Webster, M., Nanda, R., Duncanson, M., Khajotia, S. y Sinha, P. (2001). The effect of saliva on shear bond strengths of hydrophilic bonding systems. *Am. J. Orthop. Dentofacial*

*Orthop.*, 119(1), 54-58. doi: 10.1067/mod.2001.109888

Xavier, A., Silveira, O., Silva, F., Freire, W. y Alencar, C. (2017). Influence of Different Manipulation Methods on the Microhardness of Nanoparticulate Restorative Composites. *Journal Dental Health Oral Disorders Therapy*, 8(7), 1-3. doi:

10.15406/jdhodt.2017.08.00314

10.15406/jdhodt.2017.08.00314

## IX. Anexos

### Anexo 1. Ficha de recolección de datos

Grupo	N° de Muestras	MICRODUREZA SUPERFICIAL VICKERS (HV)			
		Indentación (1)	Indentación (2)	Indentación (3)	Promedio
I	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

**Anexo 2. Matriz de consistencia**

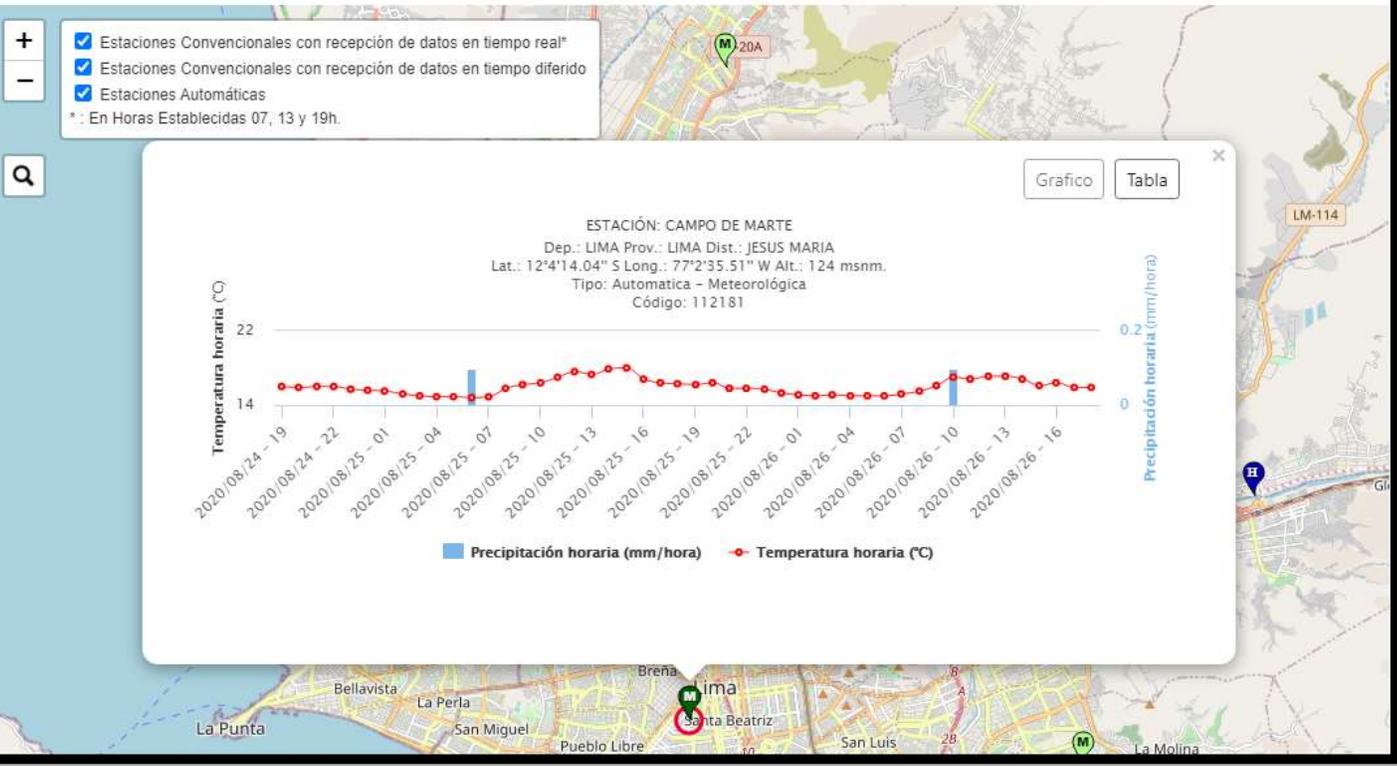
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	INSTRUMENTO	DISEÑO	ANALISIS ESTADISTICO
<p>¿Cuál será la microdureza superficial de una resina compuesta nanoparticulada manipulada con guantes de látex y nitrilo?</p>	<p><b>Objetivo General:</b>                      Evaluar la microdureza superficial de una resina compuesta nanoparticulada (3M ESPE Filtek™ Z350 XT), manipulada con guantes de látex y guantes de nitrilo.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b>                      -Comparar la microdureza de la resina Filtek Z350 XT, utilizando guantes de latex, con polvo y sin polvo, expuestos a saliva.                      -Comparar la microdureza de la resina Filtek Z350 XT, utilizando guantes de latex, con polvo y sin polvo, no expuestos a saliva.                      -Comparar la microdureza de la resina Filtek Z350 XT, utilizando guantes de nitrilo sin polvo, expuestos y no expuestos a saliva.</p>	<p>La microdureza superficial de una resina compuesta nanoparticulada, 3M ESPE Filtek™ Z350 XT, manipulada con guantes de látex y guantes de nitrilo, no presentará efectos colaterales durante su aplicación.</p>	<p><b>Variable:</b>                      Microdureza superficial</p> <p><b>Indicador:</b>                      Microdurómetro Vickers (HV)</p> <p><b>Valor:</b>                      0 a X (Kg/mm2)</p>	<p>Ficha de recolección de datos</p>	<p>Tipo de estudio:</p> <p>-Enfoque cuantitativo</p> <p>-Experimental</p> <p>-Corte transversal</p> <p>-Prospectivo</p>	<p><b>Analítico:</b>                      Se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión (media, desviación estándar, valor mínimo y máximo).</p> <p><b>Diferencial:</b>                      Para comparar entre dos grupos, se utilizó la prueba T-STUDENT y el análisis de la varianza (ANOVA) para determinar diferencias entre todos los grupos, con un nivel de significancia del 0.05.</p>

### Anexo 3. Datos hidrometeorológicos de la SENAMHI (temperatura y humedad relativa)

Fuente: SENAMHI / DRD				
* Datos sin control de calidad.				
* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.				
Leyenda:				
* S/D = Sin Datos.				
<b>Estación : CAMPO DE MARTE</b>				
Departamento : LIMA		Provincia : LIMA		Distrito : JESUS MARIA 124
Latitud : 12°4'14.04"		Longitud : 77°2'35.51"		Altitud : msnm.
EMA - Tipo : Meteorológica		Código : 112181		
AÑO / MES / DÍA	HORA	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm/hora)	HUMEDAD (%)
24/08/2020	00:00	15.8	0.0	76
24/08/2020	01:00	15.4	0.0	80
24/08/2020	02:00	15.3	0.0	84
24/08/2020	03:00	15.2	0.0	85
24/08/2020	04:00	15.1	0.0	85
24/08/2020	05:00	15.1	0.0	85
24/08/2020	06:00	15.3	0.0	86
24/08/2020	07:00	15.2	0.0	85
24/08/2020	08:00	15.8	0.0	82
24/08/2020	09:00	16.5	0.0	80
24/08/2020	10:00	18.5	0.0	70
24/08/2020	11:00	20.5	0.0	65
24/08/2020	12:00	19.8	0.0	65
24/08/2020	13:00	19.2	0.0	67
24/08/2020	14:00	18.2	0.0	68
24/08/2020	15:00	18.5	0.0	71
24/08/2020	16:00	17.5	0.0	76
24/08/2020	17:00	17.1	0.0	77
24/08/2020	18:00	16.5	0.0	81
24/08/2020	19:00	16.0	0.0	83
24/08/2020	20:00	15.9	0.0	83
24/08/2020	21:00	16.0	0.0	84
24/08/2020	22:00	16.0	0.0	86
24/08/2020	23:00	15.7	0.0	85
25/08/2020	00:00	15.6	0.0	85

25/08/2020	01:00	15.5	0.0	87
25/08/2020	02:00	15.2	0.0	90
25/08/2020	03:00	15.0	0.0	92
25/08/2020	04:00	14.9	0.0	93
25/08/2020	05:00	14.9	0.0	94
25/08/2020	06:00	14.8	0.1	94
25/08/2020	07:00	14.9	0.0	93
25/08/2020	08:00	15.8	0.0	89
25/08/2020	09:00	16.2	0.0	87
25/08/2020	10:00	16.4	0.0	82
25/08/2020	11:00	17.0	0.0	81
25/08/2020	12:00	17.6	0.0	75
25/08/2020	13:00	17.3	0.0	79
25/08/2020	14:00	17.9	0.0	75
25/08/2020	15:00	18.0	0.0	76
25/08/2020	16:00	16.8	0.0	82
25/08/2020	17:00	16.4	0.0	85
25/08/2020	18:00	16.3	0.0	84
25/08/2020	19:00	16.2	0.0	81
25/08/2020	20:00	16.4	0.0	81
25/08/2020	21:00	15.8	0.0	86
25/08/2020	22:00	15.8	0.0	87
25/08/2020	23:00	15.7	0.0	89
26/08/2020	00:00	15.3	0.0	91
26/08/2020	01:00	15.1	0.0	93
26/08/2020	02:00	15.0	0.0	93
26/08/2020	03:00	15.1	0.0	94
26/08/2020	04:00	15.0	0.0	94
26/08/2020	05:00	15.0	0.0	93
26/08/2020	06:00	15.0	0.0	92
26/08/2020	07:00	15.2	0.0	91
26/08/2020	08:00	15.5	0.0	89
26/08/2020	09:00	16.1	0.0	87
26/08/2020	10:00	17.0	0.1	83
26/08/2020	11:00	16.8	0.0	82
26/08/2020	12:00	17.1	0.0	82
26/08/2020	13:00	17.1	0.0	82
26/08/2020	14:00	16.8	0.0	84
26/08/2020	15:00	16.1	0.0	86
26/08/2020	16:00	16.4	0.0	82
26/08/2020	17:00	15.9	0.0	85

# Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional



## Anexo 4. Ficha técnica Filtek Z350 XT – 3M

# Filtek Z350 XT

(Restaurador Universal con Nanotecnología)



### ■ Descripción

Filtek Z350 XT de 3M ESPE es una resina foto polimerización diseñada para ser utilizada en restauraciones anteriores y posteriores. Necesita de un adhesivo dental, como Single Bond 2 o Single Bond Universal. Disponible en un amplio rango de colores y en distintas opacidades, dentina, esmalte, cuerpo y translúcidos. Para realizar reconstrucciones en técnica de una sola opacidad, opacidad dual, y estratificación completa. Viene en presentación de jeringas de 4 g.

### ■ Ventajas

#### Nanotecnología

- El 100% del tamaño del relleno es nanométrico, que le confieren un brillo y estética mayor que el resto de los composites.
- Por otro lado el contenido de nanocluster en el relleno (aglomeraciones de nanopartículas), produce una integridad estructural ofreciendo un composite con gran resistencia a la fractura y al desgaste.

#### Versatilidad

- Se puede utilizar en técnica incremental con una sola opacidad, opacidad dual, o estratificación completa, dependiendo de los requerimientos estéticos de su paciente.
- Disponibles en: Opacidades dentina, cuerpo, esmalte y translúcidos para técnica estratificada.

### ■ Indicaciones de Uso

Restauraciones directas en anteriores y posteriores

- Fabricación de núcleos
- Ferulizaciones
- Restauraciones indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas
- Restauraciones Clase I, II, III, IV y V
- Odontología Mínimamente Invasiva (OMI)
- Técnica sándwich con Ionómeros de vidrio
- Reconstrucción de Cúspides

Actualización Nov 2017

### ■ Instrucciones de Uso

#### Restauraciones anteriores y posteriores.

- Una capa → Cuerpo o Body
- Dual → Dentina / Esmalte o Cuerpo / Esmalte
- Multicapa o estratificación de 4 opacidades: → Dentina, Cuerpo, Esmalte, Translúcido.

#### Tiempos de Polimerización:

Opacidades Cuerpo, Esmalte y Translúcidos:

- Capa de 1.5 a 2.0 mm 20 seg.

Opacidad dentina:

- Capa de 1.5 a 2.0 mm 30 seg.

### ■ Presentación

#### Jeringas de 4 g.:

Dentina: A1, A2, A3, A4; WD

Body: A1, A2, A3.5, A4, B1, B2, B3, C2, XWB

Esmalte: A1, A2, A3, B2, D2, WE, XWE,

Translúcido: AT, BT, CT, GT.

#### Kit 5 jeringas Filtek Z350 XT opacidades BODY (tonos cuerpo) + Adhesivo SBU (3 ml)

Tonos: A1B; A2B, A3B, A3.5B, B2B

#### Kit 5 jeringas Filtek Z350 XT opacidades BODY (tonos cuerpo) + Adhesivo SBond 2 (3 g)

Tonos: A1B; A2B, A3B, A3.5B, B2B

#### Kit 12 jeringas para estratificación Filtek Z350 XT (para estratificación en tonos A2, A3 y A3.5) + Adhesivo SBU (3ml)

Opacidades Dentina: A3D, A4D,

Opacidad Body (cuerpo): A2B, A3B, A3.5B, A4B.

Opacidad Esmalte: A1E, A2E, A3E, D2E

Opacidad Translúcido: AT y CT.

1 rueda de colores

1 guía técnica

Instrucciones de uso

Anexo 5. Constancia de ejecución por parte del laboratorio de ensayos “HTL HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C”



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

**CONSTANCIA**

N°004-2020

**EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C , DEJA CONSTANCIA:**

Es grato dirigirme a Ud. Para saludarlo a nombre del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C y al mismo tiempo comunicarle la aceptación de desarrollo del proyecto de tesis denominado “ANÁLISIS DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE UNA RESINA COMPUESTA NANOPARTICULADA MANIPULADA CON GUANTES DE LÁTEX Y NITRILLO” para realizar ensayos de microdureza superficial vickers; del Bachiller Juliet Sophia Leyva Leon, con DNI:48045488 de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villareal. Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 28 Agosto del 2020



**ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN**

Jefe de Ensayo Mecánicos

Laboratorio HTL Certificate



## Anexo 6. Informe de laboratorio de ensayos



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

INFORME DE ENSAYO N°		IE-032-2020	EDICION N° 2	Página 1 de 5
<b>ENSAYO DE MICRODUREZA VICKERS EN RESINAS COMPUESTA ODONTOLÓGICAS</b>				
<b>1. TESIS</b>		"ANÁLISIS DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE UNA RESINA COMPUESTA NANOPARTICULADA MANIPULADA CON GUANTES DE LÁTEX Y NITRILLO"		
<b>2. DATOS DEL SOLICITANTE</b>				
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>		Juliet Sophia Leyva Leon		
<b>DNI</b>		48045488		
<b>DIRECCIÓN</b>		Jr. Santa Cruz de Pachacutec N°530 Urb. Villa Los Ángeles		
<b>DISTRITO</b>		Los Olivos		
<b>3. EQUIPOS UTILIZADOS</b>				
<b>INSTRUMENTO</b>		Microdurómetro Vickers Electrónico – Marca LG		
<b>MODELO</b>		HV-1000		
<b>APROXIMACIÓN</b>		1 µm - 40X		
<b>INSTRUMENTO</b>		Vernier digital de 200mm		
<b>MARCA</b>		Mitutoyo		
<b>APROXIMACIÓN</b>		0.01mm		
<b>4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>				
<b>FECHA DE INGRESO</b>		24	Agosto	2020
<b>LUGAR DE ENSAYO</b>		Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.		
<b>CANTIDAD</b>		7 Grupos		
<b>DESCRIPCIÓN</b>		Muestras de Resinas Compuestas de 4 mm de diámetro y 6 mm de altura		
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	Grupo 1	Resina Compuesta 3M Filtek Z350 XT, sin manipulación digital (con espátula estéril).		
	Grupo 2	Resina Compuesta 3M Filtek Z350 XT, utilizando guantes de látex con polvo, expuestos a saliva.		
	Grupo 3	Resina Compuesta 3M Filtek Z350 XT, utilizando guantes de látex con polvo, no expuestos a saliva.		
	Grupo 4	Resina Compuesta 3M Filtek Z350 XT, utilizando guantes de látex sin polvo, expuestos a saliva.		
	Grupo 5	Resina Compuesta 3M Filtek Z350 XT, utilizando guantes de látex sin polvo, no expuestos a saliva.		
	Grupo 6	Resina Compuesta 3M Filtek Z350 XT, utilizando guantes de nitrilo sin polvo, expuestos a saliva.		
	Grupo 7	Resina Compuesta 3M Filtek Z350 XT, utilizando guantes de nitrilo sin polvo, no expuestos a saliva.		
<b>5. REPORTE DE RESULTADOS</b>				
<b>FECHA DE EMISIÓN DE INFORME</b>		27	Agosto	2020

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

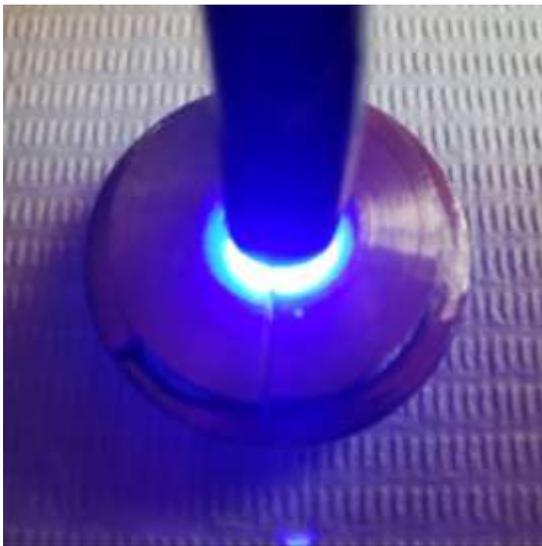


## Anexo 7. Imágenes de los materiales y procedimiento





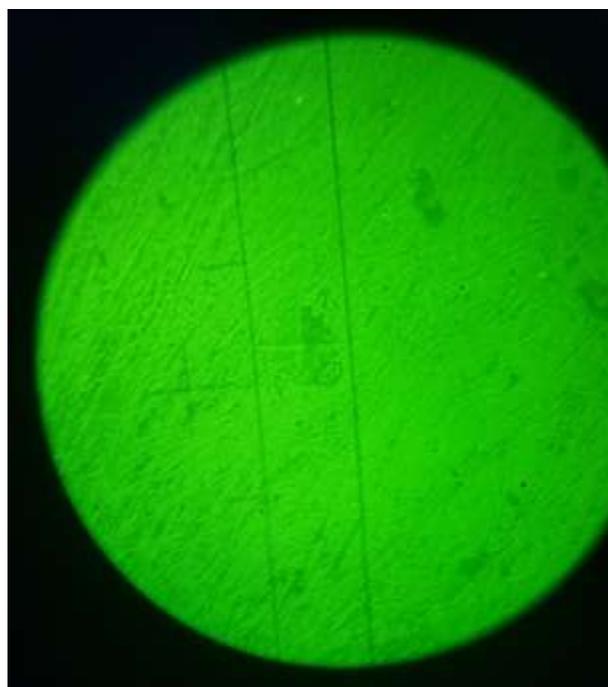












**Anexo 8. ISO 4049: 2019 “DENTISTRY: POLYMER-BASED RESTORATIVE MATERIALS”**

Licensed to JULIET LEYVA (juliet.leyva.fern@gmail.com)  
ISO Store Order: DP-417955 | Downloaded: 2020-01-16  
Single user license only. Copying and reprinting prohibited.

**INTERNATIONAL  
STANDARD**

**ISO  
4049**

Fifth edition  
2019-05

---

**Dentistry — Polymer-based  
restorative materials**

*Médecine bucco-dentaire — Produits de restauration à base de  
polymères*



Reference number  
ISO 4049:2019(E)

© ISO 2019

**ISO 4049:2019(E)**



**COPYRIGHT PROTECTED DOCUMENT**

© ISO 2019

All rights reserved. Unless otherwise specified, or required in the context of its implementation, no part of this publication may be reproduced or utilized otherwise in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, or posting on the internet or an intranet, without prior written permission. Permission can be requested from either ISO at the address below or ISO's member body in the country of the requester.

ISO copyright office  
CP 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Geneva  
Phone: +41 22 749 01 11  
Fax: +41 22 749 09 47  
Email: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Website: [www.iso.org](http://www.iso.org)

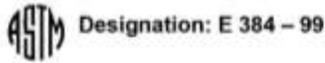
Published in Switzerland

<b>Contents</b>		Page
<b>Foreword</b>		<b>v</b>
<b>Introduction</b>		<b>vi</b>
<b>1</b>	<b>Scope</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Normative references</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Terms and definitions</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>Classification</b>	<b>2</b>
4.1	Type	2
4.2	Class	2
<b>5</b>	<b>Requirements</b>	<b>2</b>
5.1	Biocompatibility	2
5.2	Physical and chemical properties	2
5.2.1	General	2
5.2.2	Film thickness, luting materials	3
5.2.3	Working time, Class 1 and Class 3 restorative materials, excluding luting materials	3
5.2.4	Working time, Class 1 and Class 3 luting materials	3
5.2.5	Setting time, Class 1 materials	3
5.2.6	Setting time, Class 3 materials	3
5.2.7	Sensitivity to light, Class 2 materials	3
5.2.8	Depth of cure, Class 2 materials excluding luting materials	3
5.2.9	Flexural strength	4
5.2.10	Water sorption and solubility	4
5.3	Shade of restorative materials	4
5.4	Colour stability after irradiation and water sorption	4
5.5	Radio-opacity	4
<b>6</b>	<b>Sampling</b>	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>Test methods</b>	<b>5</b>
7.1	General reagent — Water	5
7.2	Test conditions	5
7.3	Inspection	6
7.4	Preparation of test specimens	6
7.5	Measurement of film thickness of luting materials	6
7.5.1	Apparatus	6
7.5.2	Test procedure	8
7.5.3	Treatment of results	9
7.6	Working time, Class 1 and Class 3 restorative materials, excluding luting materials	10
7.6.1	Apparatus	10
7.6.2	Procedure	11
7.6.3	Treatment of results	11
7.7	Working time, Class 1 and Class 3 luting materials	12
7.7.1	Apparatus	12
7.7.2	Procedure	12
7.7.3	Treatment of results	12
7.8	Setting time, Class 1 and Class 3 materials	12
7.8.1	Apparatus for the determination of setting time of Class 1 and Class 3 restorative materials	12
7.8.2	Apparatus for the determination of setting time of Class 1 and Class 3 luting materials	12
7.8.3	Procedure	12
7.8.4	Treatment of results	13
7.9	Sensitivity to light, Class 2 materials	13
7.9.1	Apparatus	14

**ISO 4049:2019(E)**

	7.9.2	Procedure	14
	7.9.3	Treatment of results	15
7.10		Depth of cure, Class 2 materials excluding luting materials	15
	7.10.1	Apparatus	15
	7.10.2	Procedure	15
	7.10.3	Treatment of results	16
7.11		Flexural strength	16
	7.11.1	Apparatus	16
	7.11.2	Preparation of test specimens	17
	7.11.3	Procedure	18
	7.11.4	Treatment of results	18
7.12		Water sorption and solubility	19
	7.12.1	Apparatus	19
	7.12.2	Preparation of test specimens	20
	7.12.3	Procedure	21
	7.12.4	Treatment of results	21
7.13		Shade and colour stability after irradiation and water sorption	22
	7.13.1	General	22
	7.13.2	Apparatus	22
	7.13.3	Preparation of test specimens	23
	7.13.4	Procedure	23
	7.13.5	Colour comparison for shade	23
	7.13.6	Colour comparison for colour stability	23
7.14		Radio-opacity	23
	7.14.1	Perform the test in accordance with ISO 13116	23
	7.14.2	Preparation of test specimens	23
	7.14.3	Treatment of results	23
<b>8</b>		<b>Packaging, marking, instructions and information to be supplied by the manufacturer</b>	<b>24</b>
	8.1	Packaging	24
	8.2	Marking and instructions for use	24
	8.3	Declaration of components	28
		<b>Bibliography</b>	<b>29</b>

# Anexo 9. ASTM E 384-99 “STANDARD TEST METHOD FOR MICROINDENTATION HARDNESS OF MATERIALS”



## Standard Test Method for Microindentation Hardness of Materials<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation E 384; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscripted epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

### 1. Scope

1.1 This test method covers determination of the microindentation hardness of materials, the verification of microindentation hardness testing machines, and the calibration of standardized test blocks.

1.2 This test method covers microindentation tests made with Knoop and Vickers indenters under test forces in the range from 1 to 1000 gf ( $9.8 \times 10^{-3}$  to 9.8 N).

1.3 This test method includes an analysis of the possible sources of errors that can occur during microindentation testing and how these factors affect the accuracy, repeatability, and reproducibility of test results.

**Note 1**—While Committee E-4 is primarily concerned with metals, the test procedures described are applicable to other materials.

1.4 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 ASTM Standards:

C 1326 Test Method for Knoop Indentation Hardness of Advanced Ceramics<sup>2</sup>

C 1327 Test Method for Vickers Indentation Hardness of Advanced Ceramics<sup>2</sup>

E 3 Methods of Preparation of Metallographic Specimens<sup>3</sup>

E 7 Terminology Relating to Metallography<sup>3</sup>

E 122 Practice for Choice of Sample Size to Estimate the Average Quality for a Lot or Process<sup>4</sup>

E 140 Test Method for Hardness Conversion Tables for Metals<sup>1</sup>

E 175 Terminology of Microscopy<sup>5</sup>

E 691 Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method<sup>4</sup>

E 766 Practice for Calibrating the Magnification of a Scanning Electron Microscope<sup>1</sup>

### 3. Terminology

3.1 **Definitions**—For definitions of terms used in this test method, see Terminology E 7.

#### 3.2 Definitions of Terms Specific to This Standard:

3.2.1 **calibrating, *v***—determining the values of the significant parameters by comparison with values indicated by a reference instrument or by a set of reference standards.

3.2.2 **Knoop hardness number, *HK, n***—an expression of hardness obtained by dividing the force applied to the Knoop indenter by the projected area of the permanent impression made by the indenter.

3.2.3 **Knoop indenter, *n***—a rhombic-based pyramidal-shaped diamond indenter with edge angles of  $\angle A = 172^\circ 30'$  and  $\angle B = 130^\circ 0'$  (see Fig. 1).

3.2.4 **microindentation hardness test, *n***—a hardness test using a calibrated machine to force a diamond indenter of specific geometry into the surface of the material being evaluated, in which the test forces range from 1 to 1000 gf ( $9.8 \times 10^{-3}$  to 9.8 N), and the indentation diagonal, or diagonals are measured with a light microscope after load removal; for any microindentation hardness test, it is assumed that the indentation does not undergo elastic recovery after force removal.

**Note 2**—Use of the term microhardness should be avoided because it implies that the hardness, rather than the force or the indentation size, is very low.

3.2.5 **verifying, *v***—checking or testing the instrument to assure conformance with the specification.

3.2.6 **Vickers hardness number, *HV, n***—an expression of hardness obtained by dividing the force applied to a Vickers indenter by the surface area of the permanent impression made by the indenter.

3.2.7 **Vickers indenter, *n***—a square-based pyramidal-shaped diamond indenter with face angles of  $136^\circ$  (see Fig. 2).

3.3 **Formulae**—The formulae presented in 3.3.1-3.3.4 for calculating microindentation hardness are based upon an ideal tester. The measured value of the microindentation hardness of a material is subjected to several sources of errors. Based on Eq 1-9, variations in the applied force, geometrical variations between diamond indenters, and human errors in measuring indentation lengths can affect the calculated material hardness. The amount of error each of these parameters has on the

<sup>1</sup> This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee E-4 on Metallography and is the direct responsibility of Subcommittee E04.05 on Microhardness.

Current edition approved Nov. 10, 1999. Published March 2000. Originally published as E 384 - 69. Last previous edition E 384 - 89.

<sup>2</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol. 15.01.

<sup>3</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol. 03.01.

<sup>4</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol. 14.02.

<sup>5</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol. 14.01.