



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**TEMA:**

“Efectos de la polimerización en la microdureza de la resina nano-hibrida.

Ambato-Riobamba 2018”

**Proyecto De Investigación Previo A La Obtención Del Título De  
Odontólogo**

**AUTOR:** José Adrian Quinatoa Castro

**TUTOR:** Dra. Marcela Quisiguiña

**Riobamba**

**2019**

## REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título: “EFECTOS DE LA POLIMERIZACION EN LA MICRODUREZA DE LA RESINA NANO-HIBRIDA. AMBATO-RIOBAMBA 2018” presentado por: Jose Adrian Quinatoa Castro y dirigido por: Od. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite el presente para uso y custodia en la biblioteca de la facultad de ciencias de la salud de la UNACH para constancia de lo expuesto firman

Dra. Gabriela Benítez

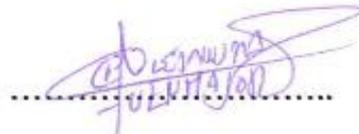
Presidenta del tribunal



Firma

Dra. Olga Fuenmayor

Miembro del tribunal



Firma

Dr. Galo Sánchez

Miembro del tribunal



Firma

## **CERTIFICADO DEL TUTOR**

Riobamba, 31 de enero del 2018

Yo, Sandra Marcela Quisiguiña Guevara, tutora del proyecto de investigación de título: “Efectos De La Polimerización En La Microdureza De La Resina Nano-Híbrida. Ambato-Riobamba 2018” realizado por el sr. José Adrián Quinatoa Castro, ha sido planificado y ejecutado bajo mi dirección y supervisión, por tanto, al haber cumplido con los requisitos establecidos por la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Nacional de Chimborazo, autorizó su presentación, sustentación y defensa del resultado investigativo ante el tribunal designado para tal efecto.



Dra. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara

C.I.: 0604258483

**DOCENTE- TUTORA DE LA CARRERA DE ODONTOLOGIA**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Yo, José Adrián Quinatoa Castro, portador de la cédula de ciudadanía número 1804794939, por medio del presente documento certifico que el contenido de este proyecto de investigación es de mi autoría, por lo que eximo expresamente a la Universidad Nacional de Chimborazo y a sus representantes jurídicos de posibles acciones legales por el contenido de la misma. Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo para que realice la digitalización y difusión pública de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

  
**José Adrián Quinatoa Castro**

**C.I.: 1804794939**

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Dra. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara quien supo darme la ayuda necesaria para poder realizar el proyecto de investigación, donde su experiencia en el tema, la guía necesaria para seguir adelante, fue una motivación para que todo salga a flote, además mis más sinceros agradecimientos al Ing. Esteban López, director del Centro De Fomento Metalmeccánico Carrocero De La Provincia del Tungurahua, quien me abrió las puertas de la institución, brindándome toda la ayuda necesaria en los laboratorios de pruebas mecánicas, para que todo esto sea posible.

## **DEDICATORIA**

El esfuerzo dedicado y por darme la vida sus consejos duran te este tiempo le dedico a mis padres; Ernesto Quinatoa, quien nunca se rindió a pesar de sus imprevistos y discapacidad física me ha enseñado que si se puede luchar en cualquier situación lo único que debe priorizar es hacer bien tu trabajo cada día. A mi madre Teresa Castro quien estuvo ahí cada momento, dándome consejos para seguir adelante, dándome ánimos cuando quería dejar todo, por los esfuerzos hechos para que cada día no falte nada y yo pueda seguir.

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue analizar los efectos de la polimerización en la microdureza de la resina nano-híbrida z250XT 3M ESPE, estudio de tipo descriptivo, aplicado, experimental en donde se describió los efectos de la polimerización en la microdureza de la resina nano híbrida. En la cual se utilizó una muestra intencional no probabilística de 30 cilindros preformados de 4mm de ancho por 4mm de alto en un a matriz de acero inoxidable, en donde 15 cilindros de resina fueron polimerizados con una lámpara de luz halógena durante 30 segundos cada 2 mm, 15 cilindros de resina fueron polimerizados con lámpara de luz LED durante 20 segundos cada 2 mm, los cuales fueron preparados para ser llevados al micro durómetro de Vickers en el laboratorio de materiales del centro productivo metal mecánico carroceros de la provincia de Tungurahua, aplicando la norma ISO 6507-1 para dureza Vickers de materiales utilizando una fuerza de 9807N (1000Kg/f), donde al ser testeados bajo esta fuerza en el durómetro Vickers se obtuvo resultados de dureza media 93.48 VH en los cilindros polimerizados con lámpara de luz halógena, con la lámpara de luz LED se obtuvo un resultado de dureza media 99.3 VH. Con estos resultados se utilizó las pruebas de U de Mann-Whitney ya que los datos no poseen una normalidad en donde se obtuvo que la polimerización con la lámpara de luz halógena y luz LED si afectó a la microdureza de la resina nano híbrida dejando con mejores resultados a la lámpara de polimerización de luz LED.

**Palabras claves:** micro dureza, análisis Vickers, resina nano híbrida, lámpara luz halógena, lámpara de luz LED.

## Abstract

The objective of the research was to analyze the effects of polymerization on the micro hardness of the Z250XT 3mESPE nano-hybrid resin. This research is descriptive, applied, and experimental where the effects of polymerization on the micro hardness of the Nano-hybrid resin were described. A non-probabilistic intentional sample of 30 pre-formed cylinders of 4mm Wide, by 4mm High, they were used in a stainless Steel matrix. Where 15 cylinders of resin were polymerized with a halogen light lamp for 30 seconds every 2 mm, 15 cylinders of resin were polymerized with the LED light lamp for 20 seconds every 2 mm. Those cylinders of resin were prepared to be taken to the micro durometer Vickers in the materials laboratory of the mechanical Metal Production Center from Tungurahua Province. Applying the ISO 6507-1 standard for Vickers hardness of materials using a force of 9807N(1000kg/F), they were tested under this force in the Vickers Durometer, results of mean hardness 93.48 VH were obtained in polymerized cylinders with Halogen light lamp, with LED light lamp was obtained a result of medium-hardness 99.3 VH. With these results, we used the tests of Mann-Whitney U since the data do not have normality where it was obtained that the polymerization with the halogen light lamp and LED light lamp if it affected the micro hardness of the nano-hybrid resin leaving with better results to the LED Light Curing Lamp.

*Key words: micro hardness, Vickers analysis, resin nano-hybrid, halogen light lamp, LED light lamp.*



Reviewed by: Solis, Lorena

LANGUAGE CENTER TEACHER



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3	JUSTIFICACIÓN.....	5
4	OBJETIVOS.....	6
4.1	Objetivo General.....	6
4.2	Objetivo Especifico.....	6
5	MARCO TEÓRICO.....	7
5.1	Antecedentes.....	7
5.2	Bases teóricas.....	7
5.2.1	Resina compuesta.....	7
5.2.1.1	Composición.....	8
5.2.1.1.1	Matriz orgánica.....	8
5.2.1.1.1.1	Monómeros.....	8
5.2.1.1.1.2	Inhibidores.....	8
5.2.1.1.1.3	Modificadores de color.....	8
5.2.1.1.1.4	Iniciadores y Aceleradores.....	8
5.2.1.1.2	Partículas inorgánicas.....	9
5.2.1.2	Propiedades de la resina compuesta.....	9
5.2.1.2.1	Coefficiente de variación dimensional térmica.....	9
5.2.1.2.2	Resistencia a la contracción y a la tracción.....	9
5.2.1.2.3	Módulo de elasticidad.....	10
5.2.1.2.4	Sorción acuosa.....	10
5.2.1.2.5	Microdureza de la resina o resistencia a la fractura.....	10
5.2.1.2.6	Radiopacidad.....	11
5.2.1.2.7	Contracción de polimerización.....	11
5.2.2	Clasificación de las resinas compuestas.....	11
5.2.2.1	Por su sistema de activación.....	11
5.2.2.2	Por el tipo de relleno.....	12
5.2.2.2.1	Resinas compuestas de macro relleno o convencionales.....	12
5.2.2.2.2	Resinas compuestas de micro relleno.....	12
5.2.2.2.3	Resinas compuestas híbridas.....	12
5.2.2.2.4	Resinas micro híbridas.....	12
5.2.2.2.5	Resinas de nano relleno.....	12

5.2.2.2.6	Resina nano híbridas .....	13
5.2.2.2.6.1	Resina nano híbrida z250xt 3M ESPE .....	13
5.2.2.2.6.1.1	Sistema de relleno .....	13
5.2.2.2.6.1.2	Sistema de resina .....	13
5.2.2.2.6.1.3	Propiedades .....	13
5.3	Polimerización.....	14
5.3.1	Tipos de polimerización.....	14
5.3.1.1	Polimerización por condensación.....	14
5.3.1.2	Polimerización por adición o vinílica.....	14
5.3.2	La foto activación o foto polimerización .....	14
5.3.2.1	Naturaleza de la luz .....	15
5.3.2.2	Polimerización de las resinas .....	15
5.3.2.3	Etapas de la polimerización de las resinas .....	16
5.3.2.3.1	Fase de activación .....	16
5.3.2.3.2	Fase de iniciación .....	16
5.3.2.3.3	Fase de propagación .....	16
5.3.2.3.4	Fase de terminación.....	16
5.3.3	Fuentes de luz de foto activación .....	17
5.3.3.1	Unidades de lámparas halógenas.....	17
5.3.3.1.1	Fuente de luz .....	17
5.3.3.1.2	Filtro especial .....	17
5.3.3.1.3	Punteras transmisoras de luz .....	17
5.3.3.1.4	Lámpara halógena LITEX TM680A-DENTAMERICA .....	18
5.3.3.2	Lámpara de foto activación de luz LED (lámparas de diodos de emisión) .....	18
5.3.3.2.1	LED de primera generación .....	18
5.3.3.2.2	LED de segunda generación.....	19
5.3.3.2.3	LED de tercera generación .....	19
5.3.3.2.4	Lámpara de fotocurado LED B Woodpecker.....	19
5.3.3.2.5	Ventajas de la lámpara de luz LED .....	19
5.4	Norma ISO para la profundidad de curado .....	20
5.4.1	Análisis de Vickers .....	20
6	METODOLOGÍA.....	22
6.1	Tipo de Investigación .....	22
6.2	Diseño de la Investigación .....	22

6.3 Población.....	22
6.4 Entorno .....	22
6.5 Criterios de selección .....	23
6.6 Técnicas e Instrumentos .....	23
6.6.1 Técnicas.....	23
6.6.2 Instrumentos .....	23
6.7 Técnicas para procesamiento e interpretación de datos. ....	23
6.8 Operacionalización de variables.....	24
6.9 Equipos, materiales e instrumentos utilizados .....	25
6.10 Intervenciones .....	27
7 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	33
8 DISCUSIÓN.....	41
9 CONCLUSIONES.....	44
10 RECOMENDACIONES .....	45
11 BIBLIOGRAFÍA .....	46
12 ANEXOS.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Estadísticos descriptivos de las muestras .....	33
<b>Tabla 2:</b> Pruebas de normalidad .....	39
<b>Tabla 3:</b> Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra .....	39
<b>Tabla 4:</b> Prueba de comparación de grupos .....	40

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Dispersión de puntos respecto a la microdureza primera diagonal .....	34
<b>Gráfico 2:</b> Dispersión de puntos respecto a la microdureza segunda diagonal .....	35
<b>Gráfico 3:</b> Diagrama de cajas de pruebas de la primera diagonal .....	36
<b>Gráfico 4:</b> Diagrama de cajas de pruebas de indentación segunda diagonal .....	37
<b>Gráfico 5:</b> Diagrama de cajas de dureza de Vickers .....	38

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Radiómetro de intensidad de luz.....	25
<b>Ilustración 2:</b> lámpara de luz halógena .....	25
<b>Ilustración 3:</b> Lámpara de luz LED.....	26
<b>Ilustración 4:</b> Resina nano híbrida z250 XT 3M ESPE .....	26
<b>Ilustración 5:</b> Matriz de acero inoxidable desmontable .....	26
<b>Ilustración 6:</b> Microdurómetro de Vickers marca Savain automático .....	27
<b>Ilustración 7:</b> calibración de la luz de la lámpara de luz LED .....	27
<b>Ilustración 8:</b> Calibración de la luz de la lámpara de luz halógena.....	28
<b>Ilustración 9:</b> Matriz de acero inoxidable con resina insertada en los cilindros preformados .....	28
<b>Ilustración 10:</b> Polimerización de las muestras del grupo A con lámpara de luz halógena.....	29
<b>Ilustración 11:</b> Polimerización de las muestras del grupo B con lámpara de luz LED.	30
<b>Ilustración 12:</b> Muestras desmontadas de la matriz de acero inoxidable.....	30
<b>Ilustración 13:</b> etiquetado de las muestras .....	31
<b>Ilustración 14:</b> lijado de las muestras .....	31
<b>Ilustración 15:</b> indentación con la punta diamantada del durómetro Vickers.....	32
<b>Ilustración 16:</b> medida de las diagonales producidas por la indentación (vista al microscopio con lente de 100 aumentos).....	32

# 1 INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere a los efectos de la polimerización en la microdureza de la resina nano híbrida, se puede decir que la microdureza de la resina es una propiedad que debe tener un material de restauración para que esté en la cavidad bucal ya que debe ser muy resistente a las fuerzas de la masticación, debe tener una dureza semejante a la del tejido dentario, para que tenga este éxito es muy importante que todos sus monómeros se conviertan en polímeros, esto depende mucho de la polimerización teniendo en cuenta que debe tener una conversión de monómeros de entre 50 a 60 % para asegurar que todas sus propiedades físicas sea optimas y tengan un buen comportamiento clínico.<sup>(1)</sup>

Las resinas compuestas han ido evolucionando desde la década de los 50, en donde han tenido un gran auge desde la creación, hasta la presente fecha, ya que por su estabilidad y su gran variedad de colores han ido ganando un espacio amplio para la restauración de piezas dentales, con la adición del monómero Bis-GMA, se ha reforzado mucho en la composición de la matriz orgánica de las resinas compuestas.<sup>(2)</sup>

El interés de la investigación se da ya que con el paso del tiempo la polimerización ha ido evolucionando con las luces creadas para producir este efecto químico, tenemos a las luces de luz ultravioleta que fue una de las primeras introducidas en el mercado para la polimerización de los composites,<sup>(3)</sup> tenían muchas desventajas en los tejidos humanos es por ello la limitación de su uso.<sup>(4)</sup> Las lámparas de luz halógena tienen un amplio uso en la odontología por sus ventajas, ya que no causa daños significativos en el paciente, ni en el operador, también da un tiempo más prolongado de uso, además de ser un sistema de mucha resistencia y de larga duración en el almacenamiento con tecnología no muy costosa. Hoy en día las lámparas de luz LED están ganando mucho territorio en el mercado odontológico, ya que tiene una mínima emisión de calor, no tiene que utilizar filtros, son portátiles, hay mucha eficiencia en relación al costo, teniendo así una mayor eficiencia en la polimerización de las resinas compuestas.<sup>(4)</sup>

El estudio es de interés profesional ya que al momento de realizar una restauración con las nuevas tecnologías no se sabe cuál luz de polimerización es la más ideal, ya que al no utilizar un sistema de polimerización adecuado las propiedades de las resinas pueden alterar, no obstante la microdureza del material de restauración es la que debe

predominar ya que al no obtener estos resultados puede llevar al fracaso de la rehabilitación y posteriormente a la fractura del material, es por ello que en el presente estudio se determina los efectos de la polimerización en la microdureza de la resina nano híbrida.<sup>(1)(5)</sup>

Este estudio fue realizado con una muestra intencional no probabilística de 30 cilindros de resina con un diámetro de 4mm de ancho por 4mm de altura polimerizados 15 cilindros con lámpara de luz halógena, 15 cilindros con lámpara de luz LED, para ser llevados al micro durómetro de Vickers donde se realizaron las pruebas de microdureza por la indentación de una punta de diamante con una fuerza pre cargada de 9807 N (1000kg/f).

El objetivo de la investigación fue analizar los efectos de la polimerización en la microdureza de la resina nano híbrida z250 XT 3M ESPE.

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso de materiales de restauración dental han evolucionado, ocasionando la aparición de materiales con mejor manejo para el profesional, selección de color, resistencia, mantenimiento del brillo del material restaurado, apareciendo los materiales activados por la luz o polimerizables, dando como resultado una gran demanda, ya que a comparación con los materiales autopolimerizables estos presentan mejor tiempo de trabajo y da la posibilidad al operador de dar la forma necesaria y justa en el tiempo que lo desee, obteniendo mejores resultados.<sup>(5)</sup>

En los últimos años la exigencia de los profesionales es más grande, donde las propiedades físicas serán las que mayormente prevalezcan, siendo así que la dureza del material va a determinar el éxito de las restauraciones, ya que si no cuenta con esta propiedad las restauraciones serán susceptibles a fracturas próximas por las mismas fuerzas de la masticación con un desgaste muy prematuro de las mismas.<sup>(6)(7)</sup> Entonces la exigencia de un material es la resistencia a las fuerzas masticatorias que en el estudio de fuerzas masticatorias encontraron que la máxima fuerza masticatoria es de 727 N,<sup>(8)</sup> y en estudios de microdureza de los tejidos dentales poniendo como más fuerte al esmalte dental se obtiene valores de 381 VHN en un esmalte dental saludable con una fuerza de 100 gr /f.<sup>(9)</sup>

La falla en la polimerización es la que comúnmente alterara la microdureza de la resina compuesta, y el grado de fotocurado va a depender del tipo de lámpara que está siendo utilizada, la intensidad de luz que emita el aparato, la longitud de onda, el tiempo de exposición del material a luz de polimerización, el espesor del material restaurador.<sup>(10)</sup>

Se puede decir que la falla de la polimerización se da por el espesor del material es así que el 50% de la luz de polimerización que llega a la resina desaparece a solo 0,5 mm de profundidad, entonces la dureza del material se da en un 90% en la superficie del material ya que es donde la luz de polimerización llega a tener más contacto.<sup>(11)</sup>

La fuente de luz halógena de cuarzo-tungsteno (QTH) ha sido ampliamente utilizada para curado de los materiales fotosensibles. La unidad convencional QTH utiliza intensidad de luz menor que 400mW/cm<sup>2</sup> y la distribución espectral depende de la marca de la unidad de luz. Las recomendaciones que dan algunos autores es que el tiempo de radiación de 40 segundos para polimerización de las resinas compuestas

puede ser suficiente<sup>(10)</sup>. Las lámparas LED tiene mayor tiempo de vida útil (10000 horas), no necesitan filtros y tamaño reducido. La luz se emitía en un estrecho rango de longitud de onda, entre 450 y 500nm, longitud de onda que es óptimo para la canforquinona (CQ), sin embargo, es inadecuado para otro tipo de foto iniciadores con espectros de absorción de luz que oscilan entre los 400 a 450nm o menos, nuevas generaciones de LED se han lanzado al mercado con mejoras sustanciales que permiten su uso en la práctica clínica.<sup>(12)</sup>

En los resultados obtenidos de microdureza de resinas se obtiene valores superiores para la lámpara de luz halógena, dejando de un lado a la lámpara de luz LED, es así que en los últimos años se ha ido evolucionando en la tecnología de las lámpara de luz LED que ha ido dando mejores resultados para la lámpara de luz LED.

### **3 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad los materiales odontológicos han ido avanzando, pero en algunas ocasiones los profesionales no se sienten seguros de su resistencia, es entonces que hoy en día existen varias pruebas para determinar las propiedades de estos materiales, para que así puedan tener una mejor resistencia en la cavidad bucal.<sup>(13)(14)</sup>

La importancia del estudio fue conocer los efectos de la polimerización en la microdureza de la resina nano híbrida, es por ello que se realizó con 2 diferentes lámparas de polimerización una lámpara de luz halógena y una lámpara de luz LED, para lo cual el operador podrá elegir el tipo de luz de polimerización que dará mejores resultados.

El presente beneficiara a los estudiantes, profesionales de odontología ya que deben tener los conocimientos sobre la polimerización de las resinas, es por ello que al momento de elegir una lámpara de polimerización se deben fijar en la que proporcione mejores resultados después de su polimerización sin alterar sus propiedades físicas del material restaurador para su permanencia en cavidad bucal.

El estudio contó con la aprobación del laboratorio de pruebas mecánicas del centro de fomento productivo metalmecánico carroceros de la provincia del Tungurahua, en donde se realizaron las pruebas de microdureza en el micro durómetro de Vickers, en donde se realizó la adquisición de la norma ISO INNEN 6507-1 para dureza Vickers.

La información bibliográfica es muy extensa en cuanto a microdureza de materiales de restauración ante cualquier método de polimerización y agentes entre otros, también se contó con la tutoría de una profesional especialista en estética y operatoria dental, por lo cual se encuentra capacitada para dirigir el estudio, las muestras se elaboraron en determinado tiempo, siendo llevadas al laboratorio del CFMCT, para realizar las mediciones de microdureza por este motivo se realizó en un corto tiempo, los gastos fueron solventados por parte del autor.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General**

- ❖ Analizar los efectos de la polimerización en la microdureza de la resina nano-híbrida z250 XT 3M ESPE.

### **4.2 Objetivo Especifico**

- Identificar el tiempo de polimerización de la lámpara de luz halógena y luz LED con la profundidad de la indentación de micro dureza.
- Determinar las diferencias de polimerizar con luz halógena y luz LED
- Comparar la microdureza de la resina nano híbrida polimerizada con lámpara de luz halógena y lámpara de luz LED.

## **5 MARCO TEÓRICO**

### **5.1 Antecedentes**

La Dra. Danny Noguera realizo un estudio donde efectuó un análisis comparativo de la microdureza de diferentes tipos de resina polimerizadas con dos diferentes tipos de lámparas una de luz halógena y otra de luz LED en la cual utilizo cilindros de 2mm y de 4 mm, en donde estos fueron testeados en un durómetro Vickers aplicando una fuerza de 300 gr/f durante 15 segundos obteniendo resultados que daban mayor dureza a los cilindros de resina que fueron polimerizados con lámpara de luz halógena, dejando muy atrás a la lámpara de luz LED.<sup>(15)</sup>

El Dr. Alfredo Nevares en colaboración de otros colegas, realizaron un estudio de la microdureza de la resina compuesta polimerizadas por diferentes fuentes de luz en donde utilizaron 12 muestras diferentes utilizando lámpara de polimerización de luz halógena, lámpara de luz LED, lámpara de luz láser en donde obtuvo resultados en donde la lámpara de luz LED tuvo valores altos en la densidad pero valores bajos en la dureza superándole la dureza de la lámpara de luz halógena siendo esta la que más dureza proporciona al material.<sup>(16)</sup>

### **5.2 Bases teóricas**

#### **5.2.1 Resina compuesta**

Es un biomaterial muy compatible con la estructura dental, que hoy en día es el material de elección para las restauraciones estéticas,<sup>(17)</sup> las resinas compuestas comienzas a aparecer a finales de la década de los 50, todo se fue desarrollando hasta que apareció el monómero bisfenol-glicedil-metacrilato (Bis-GMA) que es utilizado para elaborar la matriz de la resina compuesta.<sup>(2)</sup>

Con los nuevos descubrimientos encontrados se han adicionado nuevas propiedades como la resistencia al desgaste, la dureza, manipulación para que así se pueda utilizar las resinas compuestas tanto en sector anterior como en posterior, también las propiedades que tienen para la estética recuperando así la estructura y función de la pieza dental.<sup>(14)</sup>

## **5.2.1.1 Composición**

### **5.2.1.1.1 Matriz orgánica**

#### **5.2.1.1.1.1 Monómeros**

La matriz resinosa está constituida por monómeros de di metacrilato alifáticos u aromáticos, el más utilizado es en bisfenol-A-glicedil metacrilato (Bis GMA), que por su peso molecular la polimerización es menor además es menos volátil y difusivo para los tejidos, pero así mismo también es limitante pues aumenta la viscosidad del material dando una característica pegajosa siendo algo dificultoso su manejo o manipulación.<sup>(18)</sup>

#### **5.2.1.1.1.2 Inhibidores**

Son compuestos que están incluidos para prevenir la polimerización temprana o prematura, los compuestos más utilizados son 4-metoxifenol (PMP), 2 4 6 Terciarbutil fenol (BHT) , estando presentes en un 0,01 % pero se utiliza en mayor parte es el BHT, por su estabilidad del color,<sup>(19)</sup> también tenemos al hidroxitolueno butílico, hidroquinonas y oxígeno el cual aparte de transformar los radicales libres en hidroperóxidos estables, hace que los radicales que no intervienen en la cadena polimérica puedan enlazarse con las nuevas capas que se adicionen, pero al finalizar se debe eliminar estos radicales con glicerina.<sup>(20)</sup>

#### **5.2.1.1.1.3 Modificadores de color**

Gracias a estos compuestos añadidos se tienen en el mercado una gran gama de colores tanto para dentina o esmalte siendo así los pigmentos como los óxidos metálicos que a mayor concentración darán una coloración más opaca dando lugar a coloraciones para dentina y en menor `proporción a coloraciones para el esmalte.<sup>(20)</sup>

#### **5.2.1.1.1.4 Iniciadores y Aceleradores**

Las resinas compuestas necesitan tener una amina terciaria aromática para que interactúe con el agente iniciador, para que produzca los radicales libres necesarios para que se realice la polimerización de la matriz orgánica.<sup>(19)</sup>

#### **5.2.1.1.2 Partículas inorgánicas**

Son partículas que van ayudar para la reducir la cantidad de matriz orgánica dejando así un lado las desventajas como es la contracción de la polimerización, abrasión, fragilidad, resistencia compresiva, coeficiente de expansión lineal y absorción de agua, conformando así un 54 a 84 % en la resina. Los materiales de relleno más comunes están vidrios, sílice coloidal, cuarzo fundido, silicato de aluminio, silicato de litio, zirconio, bario.<sup>(20)</sup>

#### **5.2.1.2 Propiedades de la resina compuesta**

##### **5.2.1.2.1 Coeficiente de variación dimensional térmica**

Esta propiedad de las resinas hace que el material cuando varíe la temperatura pueda variar su volumen, haciendo que se asemeje más al tejido dental ya que al existir una variación de temperatura como por ejemplo al injerir algo muy frio a la cavidad bucal al no tener esta propiedad puede hacer que el material restaurador se contraiga de tal manera que los bordes del mismo se separen creando una apertura en la interface diente restauración,<sup>(3)</sup> ingresando fluidos que penetran al interior de la restauración ocasionando recidiva de caries.<sup>(21)</sup> Por esta propiedad mientras más partículas tenga una resina mejor será su coeficiente de variación dimensional térmica teniendo así a las resinas de micro relleno con mejores propiedades de este coeficiente de tal manera que al estar presente en la cavidad bucal se va adaptar mejor a las variaciones de temperatura, sin que se altere la interface diente restauración.<sup>(18)</sup>

##### **5.2.1.2.2 Resistencia a la contracción y a la tracción**

Esta propiedad está ligada a la misma resistencia que posee el esmalte y la dentina <sup>(10)</sup>, de tal manera que es directamente proporcional a la cantidad de partículas que posee la matriz de relleno,<sup>(22)</sup> de tal manera que mientras más partículas exista, menor tamaño de las mismas mayor resistencia a la compresión y a la tracción tendrá,<sup>(21)</sup> pero también está relacionada al grado de polimerización, ya que también al existir una buena polimerización del material también aumentara la resistencia a la contracción.<sup>(3)</sup> Se debe tener en cuenta que la resistencia a la contracción y compresión no quiere decir la resistencia a la fractura del material.<sup>(22)</sup>

#### **5.2.1.2.3 Módulo de elasticidad**

Es una propiedad que indica la rigidez que tiene un material<sup>(22)(10)</sup>, en las resinas compuestas este módulo de elasticidad lo da las partículas de relleno que se encuentran en la matriz, de tal manera que es directamente proporcional al número de partículas presentes como al grado de polimerización del material.<sup>(3)</sup> Un material posee alto módulo de elasticidad mientras exista mayor cantidad de relleno y disminuye cuando las partículas de relleno reducen su tamaño, esto determinara la resistencia que tiene para no fracturarse con las fuerzas de la masticación, es por eso que una resina con un bajo modulo elástico puede fácilmente fracturarse por la fragilidad del mismo.<sup>(22)(3)(10)</sup>

#### **5.2.1.2.4 Sorción acuosa**

Esta propiedad se basa en la absorción de agua que tiene la superficie de un material sólido y la absorción hacia el interior del mismo<sup>(3)</sup>, de tal manera las resinas poseen esta propiedad gracias a la matriz orgánica, la cual se encarga de la absorción de agua del medio, en donde esta sorción acuosa se traduce en una expansión hídrosópica<sup>(21)</sup>, que se puede modificar mientras exista mayor peso molecular por parte de la matriz, además con una buena adhesión en la interface diente-restauración evitara que haya una separación entre la fase dispersa y la fase matriz, es por eso que las resinas que tienen una elevada sorción acuosa tienden a tomar una pigmentación.<sup>(21)(3)(10)</sup>

#### **5.2.1.2.5 Microdureza de la resina o resistencia a la fractura**

Es directamente proporcional a la cantidad de relleno inorgánico presente en la resina compuesta y al grado de polimerización de la matriz. Además, depende del tamaño de las partículas de relleno. Las resinas compuestas híbridas poseen mayor resistencia a la compresión que las de micro relleno, debido a que éstas últimas no logran incorporar en su masa una alta cantidad de partículas de relleno. A su vez, las resinas compuestas híbridas poseen una mayor resistencia a la compresión que las convencionales, debido a que para un mismo porcentaje de relleno, la disminución del tamaño de partícula se traduce en un incremento de la resistencia a la compresión.<sup>(17)</sup>

### **5.2.1.2.6 Radiopacidad**

Es una propiedad muy exigida en las resinas, para tener esta propiedad debe tener un alto número molecular por lo que se ha añadido partículas de bario, estroncio, zinc, bromo, yterbio, yodo que son radiopacos puesto que el oxígeno y el carbono carecen de esta propiedad. La importancia clínica de poseer esta propiedad es para identificar en un estudio radiográfico las marcas del material restaurador para identificar si existe caries a nivel interne, bordes marginales sobre contorneados, es por la cual es una exigencia en las resinas tener este tipo de propiedad.<sup>(22)(10)</sup>

### **5.2.1.2.7 Contracción de polimerización**

Es uno de los fenómenos que se da en todos los materiales que actúan bajo esta acción de polimerización dando una variación dimensional,<sup>(3)</sup> en las resinas compuestas la contracción a la polimerización se va a dar por las partículas que posea en su matriz, mientras más partículas exista existirá menos contracción, de tal manera que este fenómeno ocurre se ha recomendado el uso de las resinas por capas para disminuir al máximo la contracción, ya que se ha comprobado que aunque exista el correcto grabado ácido y una adhesión muy fuerte por este fenómeno quedara brechas en la interface diente restauración, dando así una posible filtración marginal.<sup>(3)</sup>

## **5.2.2 Clasificación de las resinas compuestas**

Las resinas compuestas se clasifican de la siguiente manera:

### **5.2.2.1 Por su sistema de activación**

Auto curado

Foto curado

Activación dual

Termo activadas

## **5.2.2.2 Por el tipo de relleno**

### **5.2.2.2.1 Resinas compuestas de macro relleno o convencionales**

Son resinas de primera generación, en donde las partículas de relleno tienen un diámetro entre 10 a 12 micrones pero ha existido partículas de hasta 50 micrones,<sup>(21)</sup> por la cual por su porosidad superficial no se puede dar un acabado y un pulido efectivo es por eso ya su desuso en la actualidad, pero sus propiedades de dureza son las mejores por el tamaño de sus partículas.<sup>(23)</sup>

### **5.2.2.2.2 Resinas compuestas de micro relleno**

Con el pasar de los años para poder mejorar a las resinas convencionales se redujeron el tamaño de las partículas a 0.5 a 3 micras, para darle un mejor acabado en el pulido, pero la desventaja de estas resinas fue que no se pueden agregar grandes cantidades por su tamaño, estas por tener un menor diámetro en su matriz tienen una mayor viscosidad.<sup>(21)</sup>

### **5.2.2.2.3 Resinas compuestas híbridas**

Las resinas híbridas se crean con el objetivo de combinar las propiedades de las resinas de macro y micro relleno, poseen un tamaño de partículas promedio de 4 a 1  $\mu$ m, alcanzando un peso de 60% de la matriz inorgánica, conservando las propiedades de las de macro relleno, teniendo una mejor estética, con un mejor pulido aunque sus propiedades mecánicas bajar, pero aun así es posible utilizarlas en el sector posterior, creando así un resultado promedio entre la unión de ambas partículas por lo que no tuvo los resultados esperados.<sup>(21)(3)(14)(17)</sup>

### **5.2.2.2.4 Resinas micro híbridas**

Este tipo de resinas son la evolución de las resinas híbridas, en donde su gran diferencia recae en el tamaño de su partícula que oscila entre 0.04 micrones hasta 0.03 micrones, aumentando así su peso molecular a un 80%, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas, dando una mejor estética, resistencia al desgaste y un excelente pulido.<sup>(14)(3)</sup>

### **5.2.2.2.5 Resinas de nano relleno**

Con el pasar de los años y la introducción de la nanotecnología a la odontología se crea las resinas de nano relleno con partículas manométricas menores a 10 nanómetros

(>0.010 micrones) pero al ser partículas más pequeñas hace que la luz penetre con una translucidez, pero al ser partículas muy pequeñas también tiene una consistencia fluida, para lo cual se debe incluir nanoclusters o nano agregados para darle un consistencia más firme, de esta forma estas resinas tienen un excelente terminado y pulido, además de aumentar su estética, con su resistencia al desgaste.<sup>(14)(3)</sup>

#### **5.2.2.2.6 Resina nano híbridas**

Con el objetivo de no utilizar los nanoclusters o nano agregados se crean estas resinas que poseen partículas nanométricas, que poseen un relleno de 0.7 um, que ayudan a darle soporte o andamiaje, que además van a darle el color, la resistencia, la viscosidad del material y radiopacidad.<sup>(14)</sup>

##### **5.2.2.2.6.1 Resina nano híbrida z250xt 3M ESPE**

Es una resina compuesta nano híbrida fotopolimerizable, indicado para restauraciones anteriores y posteriores<sup>(24)</sup>.

###### **5.2.2.2.6.1.1 Sistema de relleno**

Compuesto por zirconio/sílice que posee una superficie modificada con un valor medio de su tamaño de partícula de 30 micrones o menos, las partículas de sílice tiene la superficie modificada de 20 nanómetros no aglomerados, la carga del relleno será de un 80% por peso<sup>(24)</sup>.

###### **5.2.2.2.6.1.2 Sistema de resina**

Con la tecnología que posee esta resina se reemplaza parte del TEGDMA por el PEGDMA para moderar la contracción, es por ello que la resina z250 XT posee una baja contracción en comparación con las resinas similares.<sup>(24)</sup>

###### **5.2.2.2.6.1.3 Propiedades**

La tecnología del relleno es una hibridación de partículas únicas incluyendo nano partículas diseñadas, este sistema de partículas hace que el material restaurador sea más resistente, de gran manipulación, resistencia al desgaste, mantiene su forma sin escurrirse antes de la polimerización y fácil de pulir para que el brillo se mantenga.<sup>(24)</sup>

### **5.3 Polimerización**

La polimerización es la conversión de oligómeros y monómeros a una matriz de polímeros, que es activado por diferentes medios para formar radicales libres que la inician<sup>(5)</sup>. En las resinas compuestas es la conversión de los monómeros de la matriz orgánica, su sistema de iniciación o activador es de tipo fotoactivador.<sup>(14)</sup>

Durante a polimerización se forman radicales libres, que rompen los enlaces dobles de carbono de los monómeros permitiendo propagar la reacción hasta formar polímeros unidos por enlaces covalentes simples. La obturación debe realizarse con agregados de resina no mayores a 2 mm para garantizar que sea adecuado y homogéneo.<sup>(25)</sup>

#### **5.3.1 Tipos de polimerización**

##### **5.3.1.1 Polimerización por condensación**

La polimerización por condensación se la realiza en etapas donde se unen partículas distintas para así lograr una unión de las mismas,<sup>(26)</sup> en donde al unirse estas partículas formaran un polímero que dejara productos resultantes a las afueras del producto final, entonces se puede decir que esta reacción se produce entre los grupos funcionales, eliminando a moléculas pequeñas que generalmente es agua, formando un dímero, donde estas moléculas se vuelven a unir para formar un polímero.<sup>(27)</sup>

##### **5.3.1.2 Polimerización por adición o vinílica**

Este tipo de polimerización es muy diferenciada a la polimerización por condensación ya que no produce ningún subproducto después de su polimerización. Entonces se dice que esta reacción se puede dar de dos moléculas que está muy saturadas es decir de las moléculas que poseen doble enlace entre átomos de carbono. De esta manera se puede adicionar más moléculas y se puede llegar al producto final sin obtener ningún tipo de residuos.<sup>(26)</sup>

#### **5.3.2 La foto activación o foto polimerización**

En los materiales dentales cuando la polimerización se da por adición se necesitan de un medio de activación para así proporcionar la unión de las moléculas para formar el polímero, es entonces que algunos materiales dentales adoptaron la foto activación<sup>(26)</sup>,

en donde que la energía es captada por una sustancia apropiada para luego ser absorbida, y se produzca el desdoblamiento de los dobles enlaces que poseen las moléculas nanométricas, entonces esto se basa en la producción de trabajo mediante la energía de una luz, la cual va a ser absorbida por el material para crear las reacción química.<sup>(26)(28)</sup>

### **5.3.2.1 Naturaleza de la luz**

La luz es una energía que viaja en forma de ondas longitudinales y transversales que se ha demostrado que son de origen electromagnético, en donde se encuentra el espectro de luz visible que puede detectar el ojo humano que este rango se encuentra entre 400 a 700 nanómetros, en donde si existe longitudes de onda más corta puede llegar a producir daños a nivel de los tejidos humanos.<sup>(4)</sup>

La luz puede ser producida por solidos como los metales u óxidos que son calentados a altas temperaturas, otra opción de obtener la luz es por medio de la electricidad o químicamente.<sup>(26)(4)</sup>

Los colores son originados a partir de las ondas de luz que produce el espectro electromagnético, al momento de reflejar la luz mediante un cristal se puede constatar exactamente los colores que produce el espectro electromagnético.<sup>(4)</sup>

### **5.3.2.2 Polimerización de las resinas**

La polimerización a nivel de las resinas se da por las reacciones producidas a nivel de matriz, en donde encontramos partículas que son muy fotosensibles y ayudan a la activación de la matriz como es la canforoquinona que es el fotoiniciador, pero con el pasar del tiempo se ha ido sustituyendo poco a poco ya que después de polimerizar da un tono de color amarillo y no estaría en las normas actuales de coloración a nivel del esmalte dental.<sup>(28)</sup>

Como ya se ha descrito anteriormente el espectro de luz para que una resina se polimeriza oscila entre los 400 a 500 nm de longitud de onda, entre el espectro electromagnético de la luz la única que cumple con estos requisitos es la luz azul que tiene una onda entre los 450-500 nm., la cual cumple con los requisitos.<sup>(26)(4)</sup>

### **5.3.2.3 Etapas de la polimerización de las resinas**

La polimerización de una resina que es fotoactivada tiene dos fases: la fase lumínica y la fase oscura. La fase lumínica es cuando el material restaurador está expuesto en ese instante a la luz de polimerización, y la fase oscura son las primeras 24 horas luego de su polimerización en la cavidad bucal.<sup>(13)</sup>

A nivel de la fase lumínica tenemos las siguientes fases

#### **5.3.2.3.1 Fase de activación**

En esta fase la energía que es necesaria se pone en contacto con el material para realizar la reacción de polimerización activando al foto iniciador, que en algunos casos es la canforoquinona, que reaccionará con la luz azul a unos 468 nanómetros.<sup>(13)</sup>

#### **5.3.2.3.2 Fase de iniciación**

Esta fase también llamada fase de inducción, es cuando la luz ha llegado al iniciador para ser activado, donde se combina con una amina terciara para generar radicales libres para su posterior enlace con las demás capas de resina.<sup>(4)</sup>

#### **5.3.2.3.3 Fase de propagación**

Aquí los radicales libres comienzan a unirse a los monómeros formando enlaces covalentes para seguir formando enlaces lineales más conocidos como polímeros, pero la polimerización nunca es completa ya que los radicales libres siguen incorporando más monómeros y en esta fase propagación hay otros mecanismos que inducen a la fase de terminación.<sup>(4)(13)(19)</sup>

#### **5.3.2.3.4 Fase de terminación**

La fase de terminación se puede dar por diferentes circunstancias como son: la saturación de los radicales libres, quedando no reactivos, la incorporación de impurezas del material, la adición de hidrogeno al material en donde se dará la terminación de la reacción de polimerización.<sup>(13)</sup>

### **5.3.3 Fuentes de luz de foto activación**

Con el pasar del tiempo las lámparas de foto activación han ido evolucionando, tanto así que las primeras lámparas de foto activación fueron las ultravioleta, la cual tiene un haz de luz o longitud de onda de 350 nanómetros, es por eso que se ha dejado de utilizar, ya que para la polimerización de la resina se necesitan al menos 450 nanómetros de haz de luz o longitud de onda, pero también las lámparas de luz ultravioleta presentaron daños a nivel de los tejidos vivos, es otro motivo por el cual se ha dejado de utilizar, pero al paso de los años se han ido introduciendo nuevas fuentes de luz para la polimerización entre las cuales destacan dos fuentes más populares.<sup>(4)</sup>

#### **5.3.3.1 Unidades de lámparas halógenas**

Las lámparas de luz halógena fueron creadas casi conjuntamente con las resinas dentales, ya que al necesitar de una fuente de luz que ayude a la polimerización, se implementó el sistema de luz halógena que son fuentes capaces de generar energía luminosa con una longitud de onda de 300 a 550 nm., es por eso que se la ha tomado en cuenta en la polimerización de los resinas.<sup>(29)(26)(4)</sup>

En el mercado existen muchas marcas de lámparas de luz halógena pero todas deben tener los siguientes componentes:<sup>(29)</sup>

##### **5.3.3.1.1 Fuente de luz**

Por lo general son lámparas de cuarzo o de tungsteno con una potencia de 50 a 70 watts, emitiendo así una luz blanca con una potencia de 600 MW.<sup>(29)</sup>

##### **5.3.3.1.2 Filtro especial**

Estos filtros de luz hacen que pasen las longitudes de onda específicas para la foto polimerización, impidiendo el paso de otros espectros de luz, en donde alcanzan un pico de radiación de 470 a 480 nm., generando así la conocida luz azul visible.<sup>(29)</sup>

##### **5.3.3.1.3 Punteras transmisoras de luz**

Son las encargadas de transportar la luz desde el filtro, pero en su antigüedad era de un diámetro muy largo pero se fueron sustituyendo a unos más pequeños para que así la luz tenga un menor recorrido y la vida útil de los componentes como el bulbo sea más

larga, además que el foco de luz solo tiene una vida útil de 50 horas/uso, también posee un sistema de refrigeración para que los componentes tengan mayor duración ya que al existir un calentamiento sufrirá daño los componentes, y además emitirá mucho más calor hacia los tejidos que estén expuestos. <sup>(29)</sup>

#### **5.3.3.1.4 Lámpara halógena LITEX TM680A-DENTAMERICA**

Es un dispositivo de luz halógena utilizada para la fotopolimerización de biomateriales de restauración odontológica, es un sistema de fotocurado tradicional de luz continua cuya intensidad es 600 mW/cm<sup>2</sup> y longitud de onda 375-510nm, no es inalámbrica y posee en su estructura un ventilador que ayuda a la refrigeración del sistema, presenta un temporizador automático que va desde 10 a 60 segundos lo que permite la preselección del tiempo de fotopolimerización. <sup>(30)</sup>

#### **5.3.3.2 Lámpara de foto activación de luz LED (lámparas de diodos de emisión)**

Estas lámparas son introducidas recientemente en el mercado, estas a diferencia de las halógenas, la luz es emitida por diodos de emisión, la longitud de onda que emite son de 460 a 480 nm., el funcionamiento de estas es que la energía es enviada a los chips que contienen los diodos de emisión, donde es producida la luz azul. <sup>(29)</sup>

Las lámparas de tipo LED poseen semiconductores que convierten la electricidad en luz de una manera más eficiente, pues no necesitan de mucha energía para ser activados, <sup>(29)</sup> de tal manera que para ser generados se necesitan de chips LEDs constituidos por estos semiconductores N-P con un sitio activo interpuesto, donde el semiconductor N está revestido por electrones, el semiconductor P está revestido por cargas positivas, al enviar cargas eléctricas a este chip las cargas positivas y negativas migran hacia un centro activo para unirse y lograr la emisión de fotones. <sup>(31)</sup>

##### **5.3.3.2.1 LED de primera generación**

Esta generación de lámparas fue introducida en el año 2000, constituida por múltiples unidades que funcionaban al unísono, así cada chip funcionaba de 30 a 60 mW, ubicados en una forma que pudieran activar a la canforoquinona, aunque se pusieron de 7 a 64 unidades no se podía alcanzar la radicación a la que funcionan las lámparas de luz halógena, además la batería era a base de Ni-CAD que tenían un pobre funcionamiento y defecto de memoria. <sup>(32)</sup>

#### **5.3.3.2.2 LED de segunda generación.**

En el mismo año se pudo mejorar introduciendo más diodos en un mismo chip, fabricando chips de 1W con salida de 140 mW de potencia, pero después aparecieron nuevos chips de 5 W con salida de 600 mW de salida ofreciendo así una luminiscencia de 10 a 20 veces mayor que las de primera generación pero sin alcanzar la longitud de onda que se necesita para los foto iniciadores alternativos a la canforoquinona, además también se comenzó con el uso de las baterías a base de níquel hidruro metálico, el problema en esta generación de lámparas fue el aumento de temperatura que fue controlada por termostatos incorporados.<sup>(32)</sup>

#### **5.3.3.2.3 LED de tercera generación**

En esta generación de lámparas se buscó eliminar los defectos de sus predecesoras al no poder activar a los iniciadores alternativos que poseen algunas resinas, de tal manera que se incorporaron chips con 4 LEDs violeta de baja potencia (alrededor de 400 nm), además que estas ya poseían baterías de tipo níquel hidruro metálico o li-ion que son capaces de activar cualquier tipo de resina por su longitud de onda amplio, estas nuevas generaciones vienen en forma de pistola similar a las de cuarzo tungsteno, con un turbol o con una fibra óptica, o también en forma de lápiz que poseen un chip en su porción distal.<sup>(32)</sup>

#### **5.3.3.2.4 Lámpara de fotocurado LED B Woodpecker**

Es una lámpara con tecnología LED inalámbrica, ergonómica de fácil uso, ligera, con una batería de litio de 3.7 V/200mAh, posee una base con un adaptador para su carga de 100V a 240B teniendo una batería sin efecto de memoria. Posee una fuente de luz azul con una longitud de onda de 420 nm a 480nm con una intensidad de luz de 800 a 1000 mW/cm<sup>2</sup>, posee cuatro modos de tiempo de trabajo; 5, 10, 15 y 20 segundos

#### **5.3.3.2.5 Ventajas de la lámpara de luz LED**

- Emiten menos ruido <sup>(29)</sup>
- Bajo consumo eléctrico ya que poseen baterías incorporadas <sup>(31)</sup>
- Duración de miles de horas de emisión constante de luz <sup>(31)</sup>
- Más livianos <sup>(29)</sup>

- No necesitan de cables ya que son inalámbricas <sup>(29)</sup>
- Mejor ergonomía <sup>(29)</sup>
- No necesita filtro óptico para la generación de luz <sup>(31)</sup>

#### 5.4 Norma ISO para la profundidad de curado

Esta institución normalizo y estandarizo la profundidad de curado de las resinas dentales, la norma ISO 4049 con revisión en 2011 desarrolla esta norma en donde nos da un estándar para la medición de la intensidad de luz que debe ser 300 mW/ cm<sup>3</sup> con una longitud de onda entre 400 a 515 nm. <sup>(11)(32)</sup>

La distancia estandarizada entre la fibra de luz o haz de luz debe ser no mayor a 1 mm entre la lámpara y el material de restauración, ya que a mayor distancia la luz va ir bajando de intensidad, además que las capas de resina no deben ser menores a 2mm y mayores a 0.5 mm de lo que indica el fabricante. <sup>(11)(32)</sup>

##### 5.4.1 Análisis de Vickers

A nivel de materiales odontológicos no se puede precisar ningún tipo de análisis para obtener la microdureza superficial de un material, pero el análisis de Vickers es uno de los más utilizados ya que puede determinar la dureza de materias muy frágiles como lo son los materiales dentales, es entonces que esta prueba es capaz de medir láminas de hasta 0.2 mm. <sup>(33)(34)(35)</sup>

La microdureza superficial es la dureza que posee un material a determinadas fuerzas, es así que el análisis de Vickers es un método en el cual se realiza ensayos por indentaciones, en una maquina calibrada, con un indentador de forma piramidal de diamante que tiene un ángulo específico de 136 °, con una carga predeterminada contra la superficie del material a ser testeado por un lapso de 10 a 15 segundos , en donde se va a medir las diagonales que resultan de la indentación luego de remover la carga. <sup>(33)(35)(34)</sup>

Para calcular la dureza de Vickers se utiliza la siguiente fórmula matemática en donde:

$$HV = \frac{\alpha \cdot P}{d^2}$$

HV: número de la dureza de Vickers

a : ángulo del diamante (136°) valor constante

P: carga aplicada (kg/f)

d: diagonal promedio de la huella. <sup>(34)</sup>

## 6 METODOLOGÍA

### 6.1 Tipo de Investigación

Es una investigación de tipo descriptiva, aplicada y experimental.

**Descriptiva:** se describió la microdureza de la resina nano híbrida comparada con la polimerización de lámparas de luz halógena y lámparas de luz LED, ya que se realizaron las pruebas en el micro durómetro de Vickers que nos dio la microdureza de los materiales.

### 6.2 Diseño de la Investigación

Se realizó una investigación de tipo transversal, observacional y comparativo.

**Transversal:** Porque se realizó la investigación en un intervalo de tiempo determinado

**Observacional:** Puesto que el micro durómetro de Vickers tiene incluido un microscopio donde se observó las diagonales hechas por indentación con la fuerza establecida, y luego fueron medidas para obtener así la dureza Vickers.

**Comparativo:** Finalmente se estableció la relación de la microdureza de la resina nano híbrida comparando la polimerización de la luz halógena y la luz LED según el análisis de microdureza de cada una de las muestras.

### 6.3 Población

El estudio se realizó con una población intencional no probabilística de 30 cilindros de resina de diámetro de 4mm de ancho por 4mm de altura, los cuales estuvieron distribuidos de la siguiente manera:

Grupo A: 15 cilindros de resina nano híbrida z250XT 3M ESPE polimerizadas con lámpara de luz halógena

Grupo B: cilindros de resina nano híbrida z250XT 3M ESPE polimerizadas con lámpara de luz LED

### 6.4 Entorno

Los procedimientos se los ejecutaron en:

- ✓ Centro De Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero De Tungurahua laboratorio de análisis metalográfico.

## **6.5 Criterios de selección**

- Resina nano hibrida z250XT 3M ESPE
- Lámparas de polimerización de luz halógena con el amperaje estandarizado.
- Lámparas de polimerización de luz LED con el amperaje estandarizado.
- Cilindros de resina con profundidad de 4mm y 4mm de ancho
- Resinas nano hibrida z250XT 3M ESPE
- Muestras de resina sin fracturas o grietas
- Muestras de resina sin burbujas
- Matriz para muestras de acero inoxidable desmontable.

## **6.6 Técnicas e Instrumentos**

### **6.6.1 Técnicas**

**Observación:** ya que se recolecto los datos según fue indicando el micro durómetro de Vickers, también según se fue observando en el microscopio las indentaciones de las fuerzas.

**Análisis de Vickers:** es un método de ensayo por indentación por el cual, con el uso de una máquina calibrada, se fuerza un indentador piramidal de base cuadrada que tiene un ángulo entre caras específico, bajo una carga predeterminada, contra la superficie del material a ser ensayado y se mide la diagonal resultante de la impresión luego de remover la carga.

### **6.6.2 Instrumentos**

Bitácora del laboratorio

Test de Vickers

## **6.7 Técnicas para procesamiento e interpretación de datos.**

Estadística descriptiva con SPSS versión 24

## 6.8 Operacionalización de variables

### VI: Polimerización

Conceptualización	Categoría – dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
La polimerización es la conversión de oligómeros y monómeros a una matriz de polímeros, que es activado por diferentes medios para formar radicales libres que la inician	Tipo de lámpara de polimerización	Lámpara de luz halógena grupo A Lámpara de luz LED grupo B	Observación	Bitácora de laboratorio  Radiómetro
	Intensidad de la luz	Calibración de la luz en nanómetros		

### VD: Microdureza De La Resina

Conceptualización	Categoría-dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
La microdureza es la capacidad que tiene el material de restauración para resistir a una deformación permanente y constante.	Aplicación de fuerzas	Tiempo de indentación Fuerza aplicada de indentación	Observación	Micro durómetro Bitácora de laboratorio
	Resina nano híbrida	Grado de micro dureza		

## 6.9 Equipos, materiales e instrumentos utilizados

**Ilustración 1:** Radiómetro de intensidad de luz



**Fuente:** registro fotográfico

**Ilustración 2:** lámpara de luz halógena



**Fuente:** registro fotográfico

**Ilustración 3:** Lámpara de luz LED



**Fuente:** registro fotográfico

**Ilustración 4:** Resina nano híbrida z250 XT 3M ESPE



**Fuente:** registro fotográfico

**Ilustración 5:** Matriz de acero inoxidable desmontable



**Fuente:** registro fotográfico

**Ilustración 6:** Microdurómetro de Vickers marca Savain automático

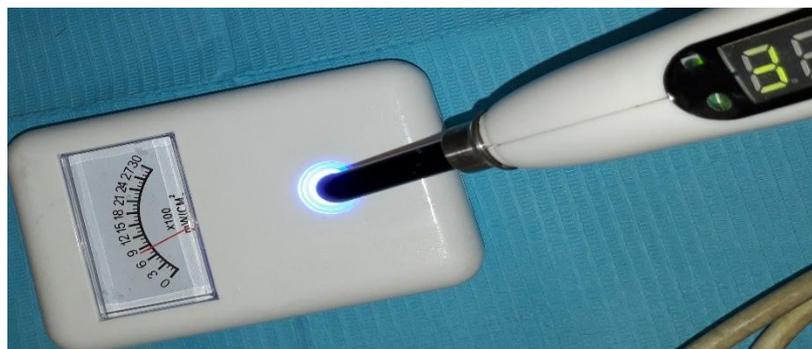


**Fuente:** registro fotográfico

**6.10 Intervenciones**

- Se realizó las pruebas de calibración de las lámparas de fotocurado, para que se pueda utilizar en el estudio deben tener mínimo una radiación lumínica de 500 mW/cm<sup>2</sup>, teniendo que la lámpara de fotocurado de luz halógena tuvo una radiación de 500 mW/cm<sup>2</sup>, y la lámpara de fotocurado de luz LED tuvo una radiación de 900 mW/cm<sup>2</sup>.

**Ilustración 7:** calibración de la luz de la lámpara de luz LED



**Fuente:** registro fotográfico

**Ilustración 8:** Calibración de la luz de la lámpara de luz halógena



**Fuente:** registro fotográfico

- Se procedió a realizar las muestras de resina nana- híbrida z250 XT 3 M ESPE colocándola en cilindros preformados de 4 mm de profundidad y 4 mm de ancho, en una matriz de acero inoxidable desmontable.

**Ilustración 9:** Matriz de acero inoxidable con resina insertada en los cilindros preformados



**Fuente:** registro fotográfico

- Se procedió a la polimerización de las muestras de resina en los cilindros preformados realizando polimerización cada 2mm, con las etiquetas respectivas: grupo A muestras polimerizadas con lámpara de luz halógena con un tiempo de exposición de 30 segundos cada 2mm y grupo B muestras polimerizadas con lámpara de luz LED con tiempo de exposición de 20 segundos cada 2mm.

**Ilustración 10:** Polimerización de las muestras del grupo A con lámpara de luz halógena



**Fuente:** registro fotográfico

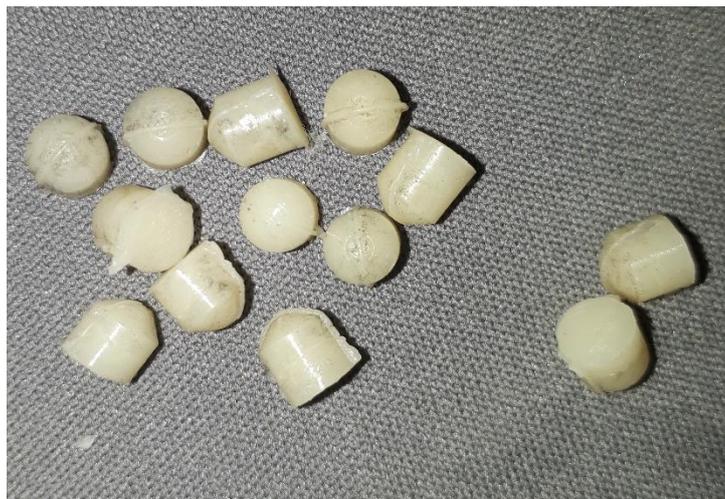
**Ilustración 11:** Polimerización de las muestras del grupo B con lámpara de luz LED



**Fuente:** registro fotográfico

- Se desmonta las muestras de los cilindros preformados en la matriz de acero inoxidable desmontable para llevarlas al micro durómetro de Vickers del laboratorio de análisis metalográfico del centro de fomento metal mecánico carroceros de Tungurahua.

**Ilustración 12:** Muestras desmontadas de la matriz de acero inoxidable



**Fuente:** registro fotográfico

- Se llevó las muestras al laboratorio de pruebas mecánicas del laboratorio del CFPMCT, donde se etiquetó y lijó las superficies a ser indentadas, ya que para que se realice la indentación se debe tener la superficie rugosa y no lisa.

**Ilustración 13:** etiquetado de las muestras



**Fuente:** registro fotográfico

**Ilustración 14:** lijado de las muestras



**Fuente:** registro fotográfico

- Se procedió a comprar la norma ISO 6507-1 para dureza Vickers, donde nos da la fuerza a aplicar para las indentaciones donde la fuerza aplicada fue de 9807 N equivalente a 1000 kg/f.
- Se procedió a realizar las indentaciones a cada muestra, calibrando el durómetro de Vickers marca SAVAIN, con una punta diamantada.

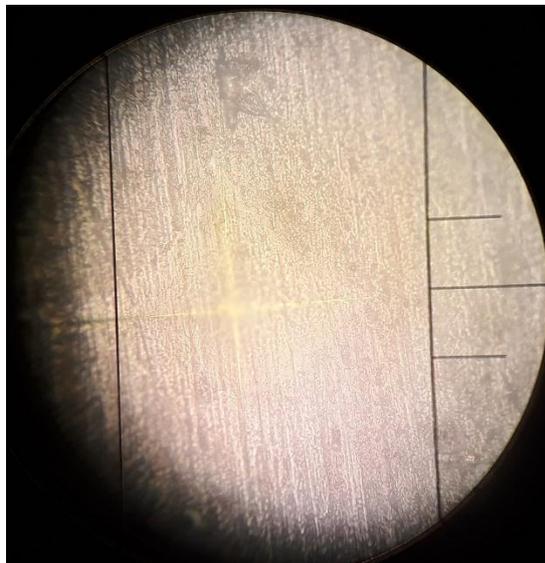
Ilustración 15: indentación con la punta diamantada del durómetro Vickers



**Fuente:** registro fotográfico

- Se midieron las diagonales producidas por la indentación de la punta diamantada en la resina con el microscopio incorporado en el micro durómetro con un lente de 100 aumentos, donde los resultados se procesaron automáticamente.

**Ilustración 16:** medida de las diagonales producidas por la indentación (vista al microscopio con lente de 100 aumentos)



**Fuente:** registro fotográfico

- Se realizó la recolección de datos con la bitácora del laboratorio.

## 7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para el correspondiente análisis de resultados se determinó un mismo material de resina nano híbrida expuesta a dos procesos de fotopolimerización la primera muestra constituida por 15 bloques de 4 mm de ancho por 4 mm de profundidad con una lámpara de luz halógena de 500 mW/cm<sup>2</sup> con un tiempo de exposición 30 segundos cada 2 mm, y la lámpara de luz LED de 900 mwW/cm<sup>2</sup> con un tiempo de exposición 20 segundos cada 2 mm; cada uno de ellos fue expuesto al análisis del método de ensayo por indentación, con los resultados que se muestran a continuación.

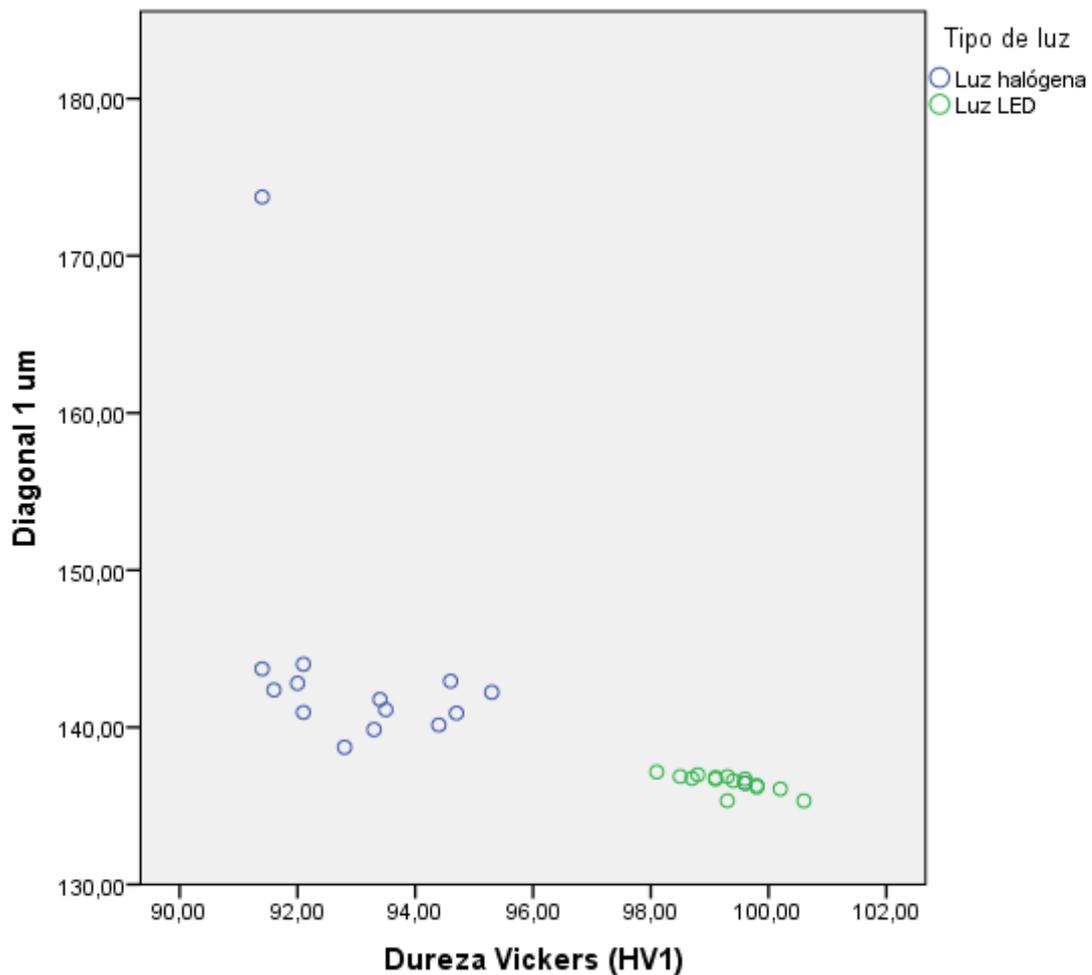
**Tabla 1:** Estadísticos descriptivos de las muestras

	Tipo de luz	Media	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
<b>Diagonal 1 um</b>	<b>Luz halógena</b>	143,45	141,77	8,61	6,001
	<b>Luz LED</b>	136,48	136,70	0,55	0,004
<b>Diagonal 2 um</b>	<b>Luz halógena</b>	140,41	140,90	2,20	0,016
	<b>Luz LED</b>	136,58	99,30	0,45	0,003
<b>Dureza Vickers (HV1)</b>	<b>Luz halógena</b>	93,48	93,30	2,12	0,023
	<b>Luz LED</b>	99,33	99,30	0,65	0,007

Fuente: Datos de medición de pruebas in-vitro procesado en SPSS  
Elaborado por: José Quinatoa

**Análisis:** Los valores de las diagonales en las dos pruebas indica que en el caso de la Luz halógena tuvo valores en su mediana muy próximos entre la mediana y la media, los valores de comparación entre la primera diagonal tomada tanto con Luz halógena y la Luz LED muestra que la Luz LED tiene menor profundidad en el valor de indentación por lo que la microdureza en el material fotocurado con Luz LED es mayor, que la luz halógena; en el caso de la segunda diagonal se muestra de igual manera estos valores de forma aproximada donde de igual forma la microdureza tiene mejor resultado en la lámpara de Luz LED; adicionalmente los valores que corresponden a la dureza como tal tiene mayor valor en la lámpara LED concomitante con los valores detallados anteriormente tanto en la media como en su mediana; en el caso de la variación se puede indicar que la variación es muy pequeña entre las muestras a excepción de la que se muestra en la primera diagonal respecto a su desviación estándar que tiene un coeficiente de variación alto respecto a los demás grupos de prueba, esto puede se debe a un posible valor atípico (outlier).

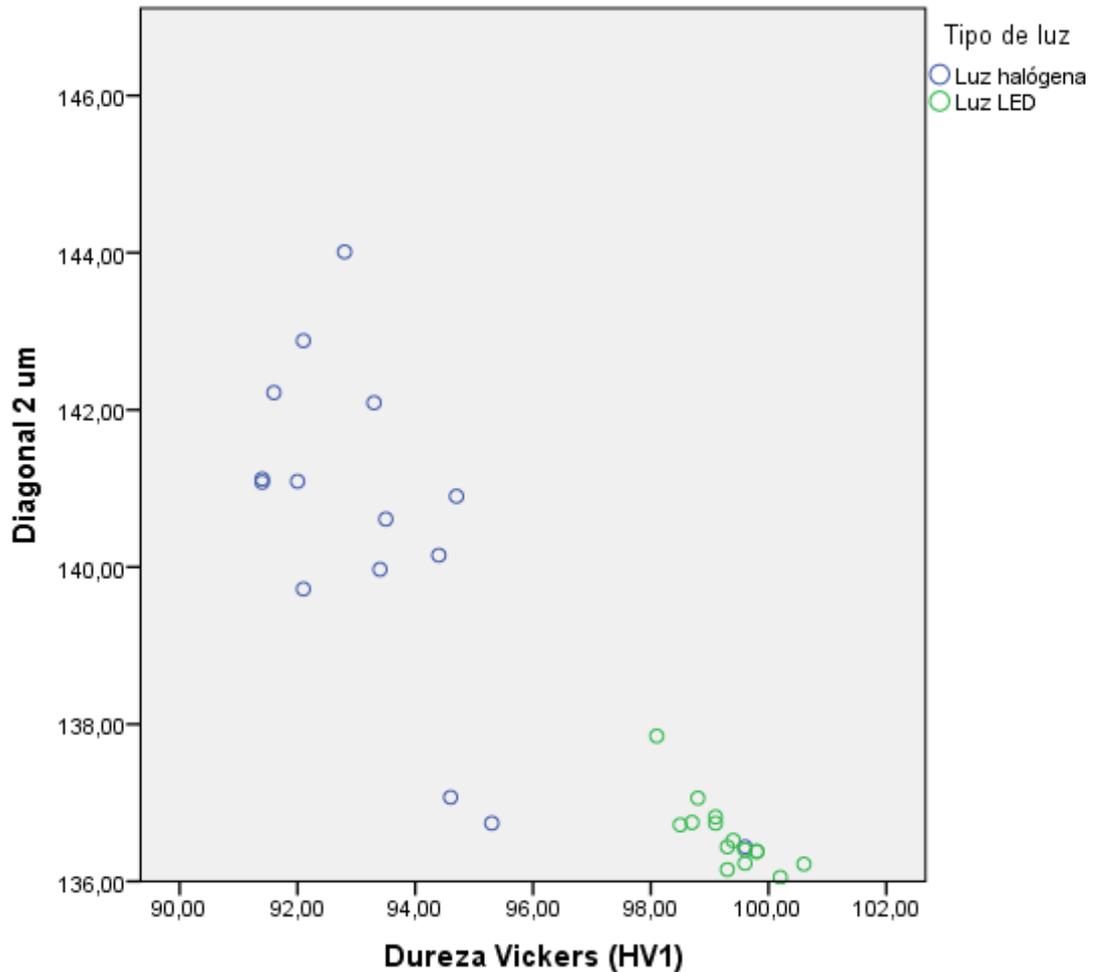
**Gráfico 1:** Dispersión de puntos respecto a la microdureza primera diagonal



Fuente: Datos de medición de pruebas in-vitro procesado en SPSS  
Elaborado por: José Quinatoa

**Análisis:** En lo que respecta a la distribución de datos de microdureza de Vickers encontrado en las muestras tanto de Luz halógena como de Luz LED; indica que la muestra más consistente se ubica en la agrupación de datos que corresponde a la Luz LED en referencia a la Luz halógena; estos valores se muestran en la gráfica con mayor concentración en los datos respecto a su media y mediana e indica que la muestra se mostró mucho más homogénea en su micro dureza, en cambio la muestra de Luz halógena muestra una dispersión en sus datos a pesar que a simple vista pudiera indicar mayor microdureza a pesar de estar dispersos, un valor atípico muestra un mayor valor en su desviación estándar (Tabla Nro. 1) por lo que comprueba que se debe a un elemento que se encuentra disperso muy lejos de la media y mediana; de igual forma se comprueba que en esta muestra que la dureza es mayor en la Luz LED.

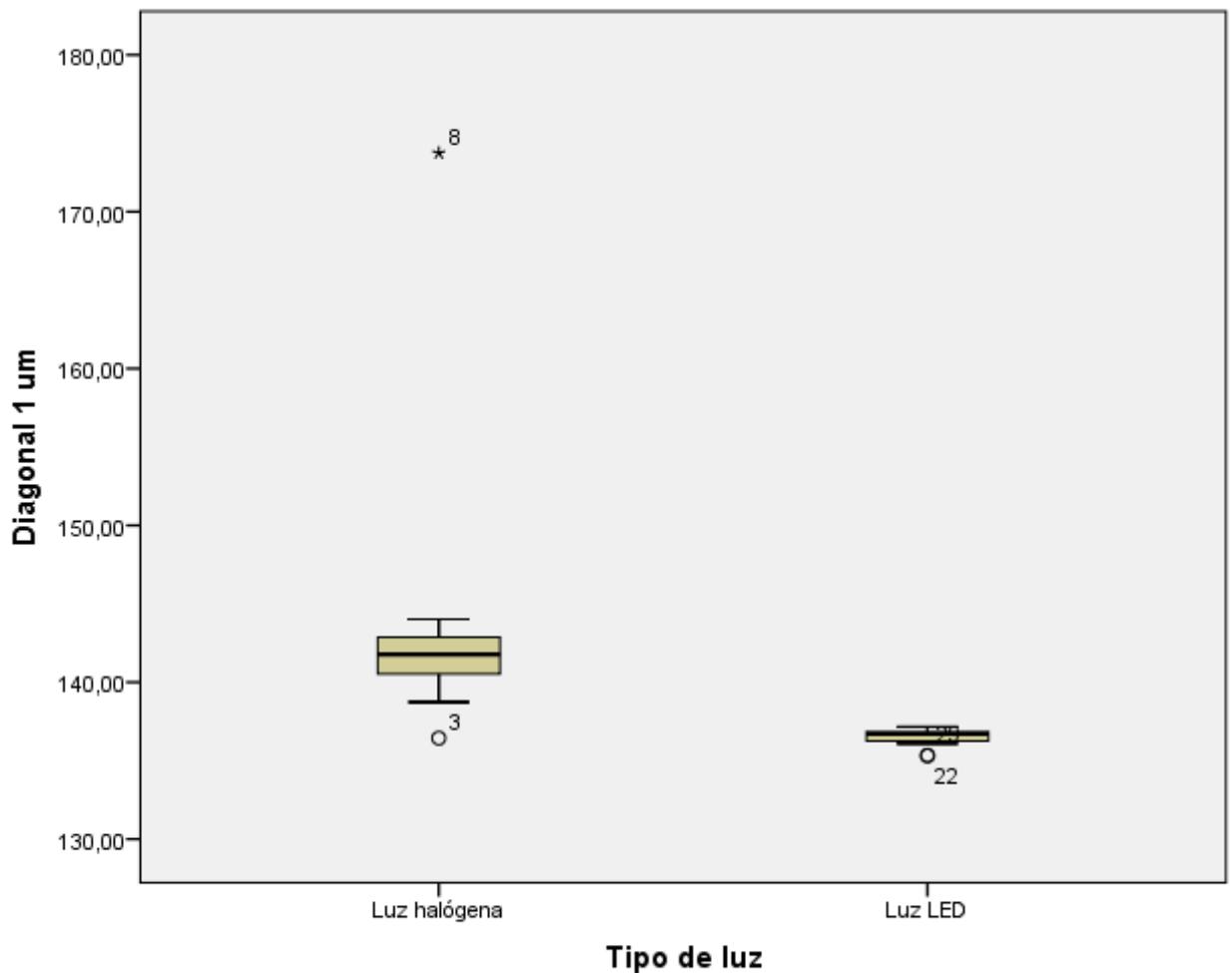
**Gráfico 2:** Dispersión de puntos respecto a la microdureza segunda diagonal



Fuente: Datos de medición de pruebas in-vitro procesado en SPSS  
Elaborado por: José Quinatoa

**Análisis:** En el caso de la segunda diagonal medida se puede verificar una dispersión de datos mucho mayor en esta muestra respecto a la Luz halógena respecto a la Luz LED; donde nuevamente y como se verificó anteriormente (Gráfico Nro. 1) es mucho más consistente tanto en su concentración de datos de forma que se encuentra mucho más cercanos a la media, mientras que la Luz halógena tiene una desviación muy amplia respecto a su media; también se puede notar en los dos casos la relación de que a mayor indentación en el material menor dureza de Vickers y a menor indentación mayor dureza; por lo que es concluyente que el material fotocurado con la Luz LED alcanzó mejores niveles de microdureza en forma homogénea.

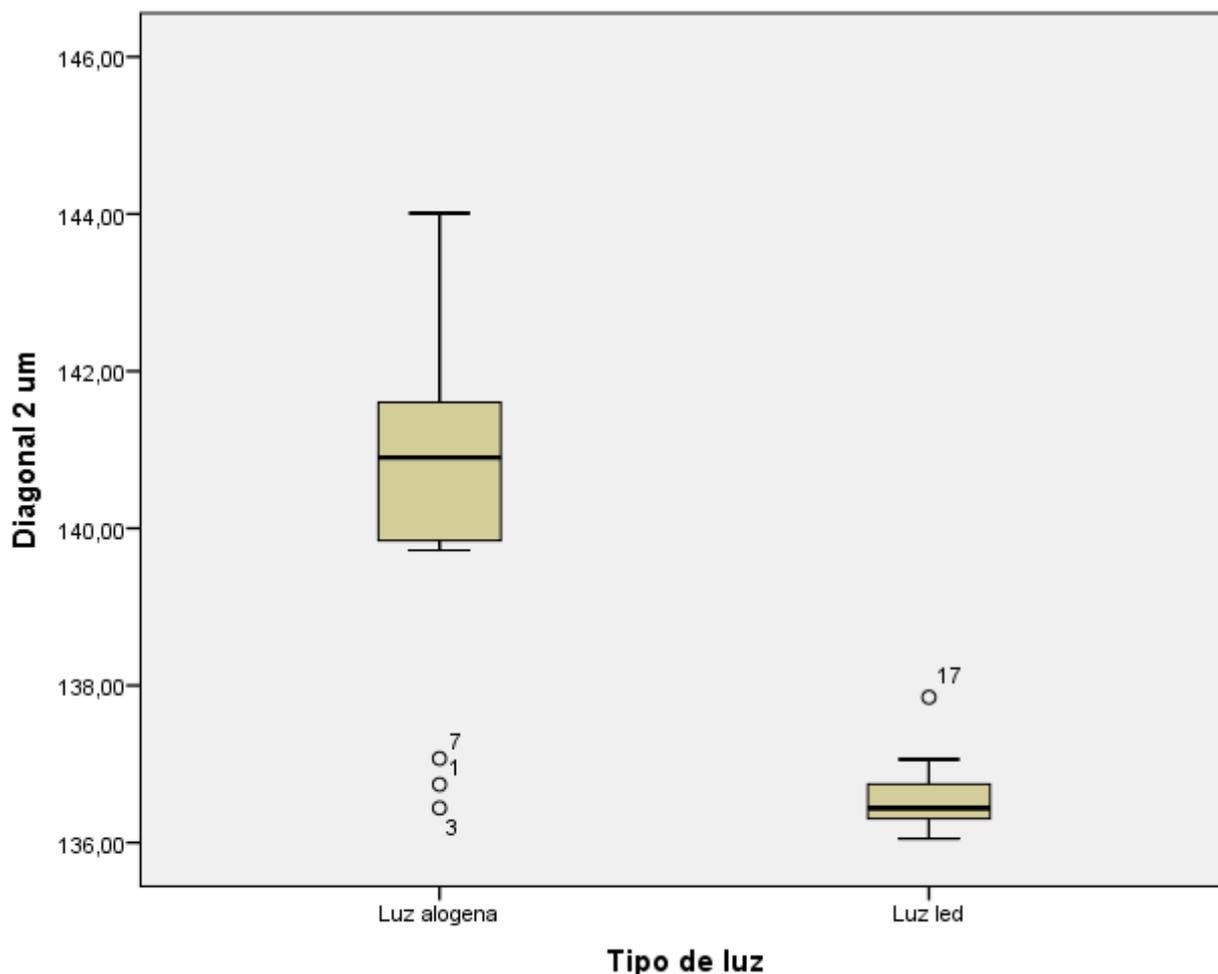
**Gráfico 3:** Diagrama de cajas de pruebas de la primera diagonal



Fuente: Datos de medición de pruebas in-vitro procesado en SPSS  
Elaborado por: José Quinatoa

**Análisis:** En la gráfica se puede apreciar que existen valores donde se puede apreciar la diferencia tanto en la concentración respecto a su mediana donde el rango intercuartílico es muy reducido en la Luz LED respecto a la Luz halógena; la presencia de datos atípicos es muy recurrente en la Luz halógena con un valor extremo de 173 mismo que afecta tanto los valores de la desviación estándar como de la media; es evidente como en los casos mostrados anteriormente la diferente entre las muestras fotocuradas, donde la Luz LED ofrece más resistencia a la indentación.

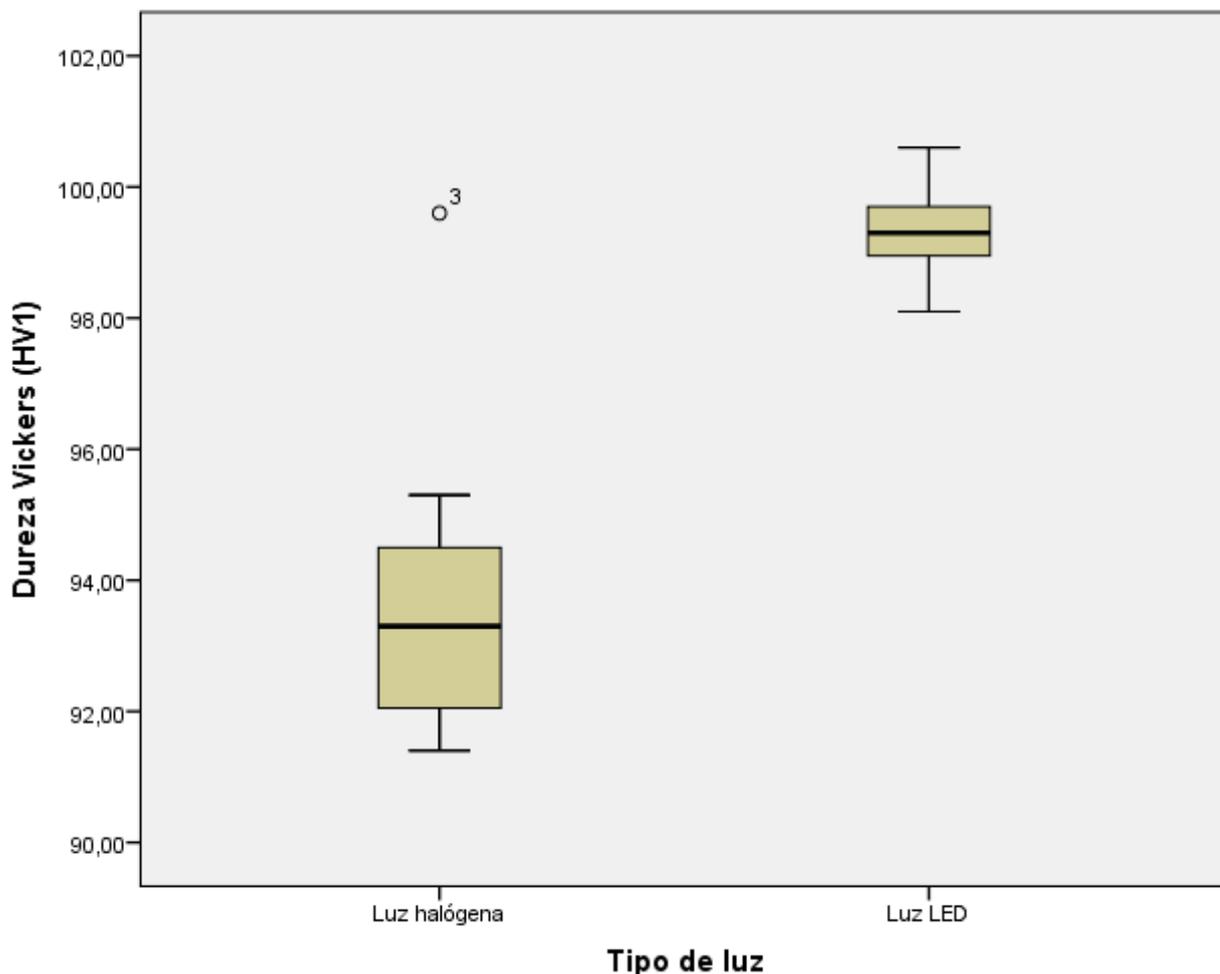
**Gráfico 4:** Diagrama de cajas de pruebas de indentación segunda diagonal



Fuente: Datos de medición de pruebas in-vitro procesado en SPSS  
Elaborado por: José Quinatoa

**Análisis:** En el caso de los valores de la segunda diagonal se vuelven a repetir una dispersión de datos anómalos en la Luz halógena con ello demuestra la inconsistencia del material en las pruebas y el rango intercuartílico y su media muy distante de la muestra de la Luz LED que indica una mayor concentración en los datos, también se denota la presencia de la unidad experimental número 17 como un dato que se muestra fuera del rango de datos de la caja; en conclusión para esta diagonal los datos muestran mayor resistencia a la indentación en el material fotocurado de la lámpara de Luz LED.

**Gráfico 5:** Diagrama de cajas de dureza de Vickers



Fuente: Datos de medición de pruebas in-vitro procesado en SPSS  
Elaborado por: José Quinatoa

**Análisis:** Respecto a los valores de microdureza del material nano híbrido fotocurado con los dos tipos de luz de fotocurado, la Luz LED lleva el mayor valor y consistencia en la dureza de Vickers con una mediana por encima del valor de 98, respecto a la Luz halógena que muestra un valor más grande en su rango intercuartílico y datos anómalos, en esta prueba se puede corroborar que la Luz LED presentó mayor dureza en la prueba además de presentar homogeneidad en sus valores medidos.

**Tabla 2:** Pruebas de normalidad

Tipo de luz		Pruebas de normalidad		
		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Diagonal 1 um	Luz halógena	,504	15	,000
	Luz LED	,863	15	,027
Diagonal 2 um	Luz halógena	,922	15	,206
	Luz LED	,859	15	,024
Dureza Vickers (HV1)	Luz halógena	,830	15	,009
	Luz LED	,991	15	1,000

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Datos de medición de pruebas in-vitro procesado en SPSS

Elaborado por: José Quinatoa

**Análisis:** En los datos respecto a las pruebas de normalidad se generó la prueba de distribución normal de Shapiro-Wilk para muestras menores a 50 unidades experimentales, del cual se indica que una distribución es normal si su valor  $p \geq 0,05$ ; en este caso para los valores tanto de las diagonales la prueba de normalidad indica que la diagonal de la primera muestra ninguna tiene distribución normal; en el caso de la segunda muestra de diagonal la Luz halógena tiene un distribución normal; y en el caso de los valores de la dureza de Vickers la Luz LED no cumple con una distribución normal.

**Tabla 3:** Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Dureza Vickers (HV1)
N		30
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	96,4033
	Desviación estándar	3,34957
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,234
	Positivo	,140
	Negativo	-,234
Estadístico de prueba		,234
Sig. asintótica (bilateral)		,000 <sup>c</sup>

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

Fuente: Datos de medición de pruebas in-vitro procesado en SPSS

Elaborado por: José Quinatoa

**Análisis:** En la prueba de normalidad para la variable de dureza podemos indicar que según el modelo de prueba de normalidad no cumple con una distribución normal en razón de que su p valor de significación no es mayor que 0,05 ( $p=0,00$ ), por lo tanto no se tiene una distribución normal.

**Tabla 4:** Prueba de comparación de grupos

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	Dureza Vickers (HV1)
U de Mann-Whitney	10,000
W de Wilcoxon	130,000
Z	-4,256
Sig. asintótica (bilateral)	,000
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Tipo de luz

b. No corregido para empates.

Fuente: Datos de medición de pruebas in-vitro procesado en SPSS

Elaborado por: José Quinatoa

**Análisis:** Una vez evaluado la normalidad de datos y al determinar que las muestras no cumplen con una distribución normal se aplica la prueba de U de Mann-Whitney para comparar los grupos que fueron fotocurados mediante los tipos de Luz halógena y luz LED, donde se determinó la microdureza; la hipótesis ( $H_0$ ) a demostrar es que no existen diferencias significativas entre los grupos, y se rechazará  $H_0$  si el  $p < 0,05$ .

Como se puede apreciar la significancia ( $p=0,00$ ) es menor al valor determinado en la hipótesis por lo tanto se rechaza  $H_0$  con lo que se concluye que si existe diferencias significativas entre los grupos de muestras donde se valoró la dureza de Vickers.

## 8 DISCUSIÓN

Una resina compuesta debe tener una dureza muy significativa que se asemeje o supere la resistencia de la estructura dental, es por eso que con el pasar de los años ha ido evolucionando cada día las resinas, introduciéndose así en el mercado las resinas nano híbridas, en este caso la resina nano híbrida de elección fue la Z250 XT de la casa comercial 3M ESPE, pero también con las resinas ha evolucionado las luces de polimerización o fotocurado, las cuales han pasado en una evolución constante como la lámpara de luz halógena y la lámpara de luz LED, las cuales han tenido sus generaciones hasta la actualidad cada una mejoradas para dar mejores propiedades a la resina en su utilización en las restauraciones en cavidad oral.<sup>(15)</sup>

Para que un material sea muy resistente debe sobre pasar las expectativas de dureza, ya que Curiqueo en el estudio donde evalúa las fuerzas masticatorias obtiene resultados de 698N en hombres y 466N en mujeres,<sup>(8)</sup> pero Alfaro en una revisión bibliográfica llega a concluir que la fuerza masticatoria oscila entre 727N equivalente a 74.15 kg,<sup>(36)</sup> entonces un material de restauración para que este en boca debe soportar estas cargas, e incluso sobrepasar este límite es por eso que en este estudio tomando en referencia estos valores se obtuvo una estandarización para la medida de la microdureza de los materiales en donde la norma ISO 6507-1 en donde dice que la fuerza a aplicar para las indentaciones en el durómetro Vickers es de 9807N equivalente a 1000 Kg/f, con esta fuerza se obtiene los resultados posteriores, en donde Noguera en su estudio aplica solo 300gr, obteniendo valores superiores es por eso que a menor fuerza mayor dureza y a mayor fuerza menor dureza.<sup>(15)</sup>

Suarez en el estudio de comparación de la dureza superficial de resinas de nanotecnología, según el momento del pulido, nos menciona que la dureza de Vickers del esmalte es de 348 HV y de dentina es de 80HV , en las cuales los resultados obtenidos por el en la microdureza de las resinas nono híbridas tienen una dureza media de 92,52 HV,<sup>(16)</sup> el estudio fue después de un pulido, pero en este estudio no existe ningún tipo de pulido , obteniendo resultados de microdureza media con la lámpara de luz halógena de 93,48 HV y con la lámpara de luz LED una dureza de 99,33 HV, tomando en cuenta que en su estudio solo se utilizó una fuerza no mayor a 300gr/f, la cual en estudio realizado se utilizó una fuerza de 1000 kg/f.

Gonzaga Silva en su “estudio comparativo de la microdureza de composites en relación a la fuente de luz, profundidad de polimerización y tiempo ”, concluye que la lámpara que mayor microdureza da a la resina es la lámpara de luz halógena ya que al test de microdureza de Vickers obtiene resultados de 80,37 HV , dejando a la lámpara de luz LED como la que menor dureza se obtiene con solo 63,61 HV,<sup>(2)</sup> pero en los resultados obtenidos en este estudio fueron muy distintos en donde la lámpara de luz LED es la que mejor dureza da al momento de hacer la prueba de Vickers con un 99,33 VH dejando muy por atrás a la lámpara de luz halógena con tan solo 93,48 VH.

A nivel de los resultados de la investigación realizada nos muestra que hay una variación en donde los valores de las diagonales de una muestra de la luz halógena existe una variación muy grande en donde se encuentra un dato anómalo en el cual va existir una variación, siendo así que se presentan con mayor dureza Vickers la lámpara de luz LED por que presenta menor indentación en las muestras mostrando su dureza , también demostrando su homogeneidad en cada una de las muestras sin tener variaciones perceptibles, echando datos muy agrupados, no ocurriendo esto en las muestras de la lámpara de luz halógena, entonces encontramos que si existen diferencias en la dureza de la resina por el tipo de lámpara de polimerización a utilizar.<sup>(37)</sup>

La dureza de la resina es una propiedad muy importante ya que al no existir esta propiedad puede fracasar, pero también al momento de utilizar diferentes tipos de luz puede variar esta propiedad, de esta manera Naranjo en su estudio de dureza de resinas convencionales con diferentes tipos de luces de polimerización concluye que la que mejor dureza superficial y profunda se encuentra en la lámpara de fotocurado de luz Halógena y dejando por debajo a la lámpara de luz LED que no dan buenos resultados de dureza de la resina.<sup>(25)</sup>

Las evidencias acerca de las lámparas de polimerización son evidentes ya que en estudios se ha evidenciado que la lámpara de luz LED da mejores resultados es por ello que hoy en día se ha optado por comenzar a utilizar esta tecnología para obtener mejores resultados tratando de activar la mayoría de compuestos fotosensibles presentes en la matriz orgánica de las resinas.<sup>(25)</sup>

En relación al tiempo de exposición la lámpara de luz halógena con los 30 segundos que se expone a la polimerización de esta luz se evidencia que necesita más tiempo para

obtener valores muy altos a nivel de micro dureza, en estudios realizados para el tiempo de exposición de las lámparas utilizan una metodología de exposición a la luz de polimerización durante 20,40 segundos a cada luz de polimerización llegando a la conclusión de que si hay diferencias significativas al momento de comparar la microdureza en relación a los 20 segundos utilizados por la lámpara de luz LED a los 40 segundos de la lámpara de luz halógena, en las normas ISO para la polimerización dan un estándar de 20 segundos hasta 40 segundos de tiempo de exposición para dar a una resina mejores propiedades para la resistencia en boca.<sup>(11)</sup>

## 9 CONCLUSIONES

- Se analizó que los efectos que produce la polimerización con lámpara de luz LED en la resina nano híbrida, al momento de realizar el test los valores son elevados para este tipo de lámpara con una microdureza superior de resina, en cuanto a lámpara de luz halógena se obtuvo valores estadísticamente no significativos, por lo tanto la polimerización con las diferentes lámparas si afecta la microdureza de la resina nano híbrida
- Se identificó que el tiempo de polimerización de la lámpara de luz halógena y luz LED con la profundidad de la indentación de microdureza tuvo resultados de penetración de la indentación más profundos a las resinas polimerizadas durante 30 segundos cada 2mm de la lámpara de luz halógena, en cambio en la lámpara de luz LED se obtuvo que la indentación es poco profunda en las muestras de resina polimerizadas 20 segundos cada 2mm
- Se determinó las diferencias de polimerizar con luz halógena y luz LED, la lámpara de luz halógena genera calor al momento de polimerizar, posee mayor longitud de onda es un equipo no portátil, no inalámbrico con una intensidad de luz de 500 mW/cm<sup>2</sup> al contrario de la luz LED que no genera ningún tipo de calor, longitud de onda corta, es un equipo totalmente portátil y de fácil uso, la intensidad de la luz es de 900 mW/cm<sup>2</sup>
- Se pudo comparar la microdureza de la resina nano híbrida con la lámpara de luz halógena obteniendo resultados de una dureza media de 93,33 VH de todas las muestras testeadas bajo el durómetro, y de la lámpara de luz LED con resultados de una dureza media de 99,33 VH de todas las muestras testeadas, existiendo una diferencia significativa entre la microdureza de la resina nano híbrida z250XT 3M ESPE activada con lámpara de luz halógena y lámpara de luz LED.

## **10 RECOMENDACIONES**

- ✓ Se recomienda realizar una polimerización de 40 segundos por cada 2mm en la muestra de cada una de las lámparas para así determinar mejor la indentaciones de la micro dureza.
- ✓ Se recomienda realizar más estudios de estas lámparas para determinar más propiedades de las resinas con los diferentes tipos de polimerización y establecer que lámpara da mejores resultados en todas las propiedades de la resina.
- ✓ Se recomienda utilizar otras resinas para comparar la microdureza con las distintas lámparas de polimerización para, determinar cuál es la lámpara y en que resinas dan los mejores resultados.

## 11 BIBLIOGRAFÍA

1. Vaca Vásquez Fabricio G, Cáceres R, Salguero J, Castro F. Lámpara para fotopolimerización con tecnología LED (UNI-LED). IMPACTO LAS Investig Univ [Internet]. 2012 [cited 2018 Jul 3]; Available from: <https://www.uniandes.edu.ec/web/wp-content/uploads/2016/04/LÁMPARA-PARA-FOTO-POLIMERACIÓN-CON-TECNOLOGÍA-LED-UNI-LED.pdf>
2. Flaviane Renó Gonzaga Silva, Keico Graciela Sano Trauth, Valéria Oliveira, Alma Blásida Concepción Elizaur Benitez Catirse. Estudio comparativo de la microdureza de composites en relación a la fuente de luz, profundidad de polimerización y tiempo. acta Odontol Venez [Internet]. 2010 [cited 2018 Jun 24];48. Available from: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2010/4/art-3/>
3. Martínez Villavicencio Mauricio Andres. ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA TENSION DIAMETRAL DE UNA RESINA COMPUESTA FOTOPOLIMERIZADA CON UNA LAMPARA L.E.D. Y UNA LAMPARA HALOGENA CONVENCIONAL. [Internet]. UNIVERSIDAD DE CHILE ; 2005 [cited 2018 Jul 2]. Available from: [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2005/martinez\\_m2/sources/martinez\\_m2.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2005/martinez_m2/sources/martinez_m2.pdf)
4. Carrillo Sánchez Carlos, Monroy Pedraza Montserrat. Métodos de activación de la fotopolimerización. Rev ADM [Internet]. 2009 [cited 2018 Jul 2];55. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od95d.pdf>
5. Carrillo Sánchez C. Materiales de resinas compuestas y su polimerización. Rev ADM [Internet]. 2009 [cited 2018 Jul 2];LXV No.4. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od094b.pdf>
6. Sergio, Noriega Barba M, Guerrero Ibarra J, Borges Yáñez A, Gómez Basurto S, Noriega Barba M, et al. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de diferentes resinas comerciales, frente a la acción de una bebida gaseosa. Rev odontológica Mex [Internet]. 2010 [cited 2018 Jul 2];14(1):8–14. Available from: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-)

199X2010000100008

7. Salas-Castro Y, Lozano-Castro F. ESTUDIO IN VITRO DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS COMPUESTAS DE METACRILATO Y SIORANO IN VITRO STUDY OF SUPERFICIAL MICROHARDNESS IN METHACRYLATE AND SIORANE COMPOSITES. kiru [Internet]. 2014 [cited 2018 Jul 2];11:69–73. Available from: [http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2014/kiru\\_v11/Kiru\\_v.11\\_Art.10.pdf](http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2014/kiru_v11/Kiru_v.11_Art.10.pdf)
8. Curiqueo A, Salamanca C, Borie E, Navarro P, Fuentes R, Curiqueo A; Evaluación de la Fuerza Masticatoria Máxima Funcional en Adultos Jóvenes Chilenos Evaluation of Functional Maximum Bite Force in Chilean Young Adults. Int J Odontostomat [Internet]. 2015 [cited 2019 Jan 10];9(3):443–7. Available from: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijodontos/v9n3/art14.pdf>
9. Magalhaes J, Reinaldo K. Análisis in vitro de la micro dureza del esmalte dental humano expuesto al Peróxido Carbamida y sometido a la acción del Fluoreto. 2010 [cited 2019 Jan 23];48(4). Available from: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2010/4/art-11/>
10. Gonzaga Silva Flaviane Renó, Sano Trauth Keico Graciela, Oliveira Valéria, Concepción Elizaur Alma Blásida. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA MICRODUREZA DE COMPOSITES EN RELACIÓN A LA FUENTE DE LUZ, PROFUNDIDAD DE POLIMERIZACIÓN Y TIEMPO. ACTA Odontol Venez [Internet]. 2010 [cited 2018 Jul 2];48(0001-6365):4. Available from: [https://www.researchgate.net/profile/Alma\\_Catirse/publication/266796360\\_ESTUDIO\\_COMPARATIVO\\_DE\\_LA\\_MICRODUREZA\\_DE\\_COMPOSITES\\_EN\\_RELACION\\_A\\_LA\\_FUENTE\\_DE\\_LUZ\\_PROFUNDIDAD\\_DE\\_POLIMERIZACION\\_Y\\_TIEMPO/links/5624edac08aea35f2687146f/ESTUDIO-COMPARATIVO-DE-LA-MICR](https://www.researchgate.net/profile/Alma_Catirse/publication/266796360_ESTUDIO_COMPARATIVO_DE_LA_MICRODUREZA_DE_COMPOSITES_EN_RELACION_A_LA_FUENTE_DE_LUZ_PROFUNDIDAD_DE_POLIMERIZACION_Y_TIEMPO/links/5624edac08aea35f2687146f/ESTUDIO-COMPARATIVO-DE-LA-MICR)
11. Guerrero A, Chumi R. Comparacion in vitro de la profundidad de curado de una resina nano-hibrida fotoactivada con luz halogena versus luz led [Internet]. Vol. 13, Revista Nacional de Odontología. Facultad de Odontología, Universidad Cooperativa de Colombia; 2017 [cited 2018 Sep 9]. Available from: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/od/article/view/2042/2299>

12. Linares LW. Evaluación de la microdureza superficial de una resina compuesta según fuente de luz, su opacidad y tiempo de exposición. Rev estomatol ... [Internet]. 2009;19(2):96–102. Available from: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=559270&indexSearch=ID>
13. Crespo A. DESARROLLO DE UN PROTOTIPO EXPERIMENTAL DE LAMPARA LEDs DE FOTOACTIVACION DENTAL: INFLUENCIA SOBRE LAS PROPIEDADES OPTICAS Y MECANICAS DE RESINS DE COMPOSITE [Internet]. Universidad de Granda ; 2015 [cited 2018 Sep 9]. Available from: <http://hdl.handle.net/10481/43374>
14. Constanza D, Duarte A, Terrazas P, Santiago-Chile S. Estudio comparativo in vitro de la profundidad de polimerización de resina compuesta fluida con lámpara L.E.D, al interponer bloques de resina compuesta indirecta de diferentes valores de color [Internet]. UNIVERSIDAD DE CHILE; 2014 [cited 2018 Jun 24]. Available from: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130044/Estudio-comparativo-in-vitro-de-la-profundidad-de-polimerización-de-resina.pdf?sequence=1>
15. Noguera D. Lámparas LED VS HALOGENA. Rev Esc Odontol la Univ Lat Costa Rica. 2008;2(6):15–20.
16. Nevárez-rascón A, Bologna-molina R, Gómez ES. Microdureza profunda en una resina compuesta fotopolimerizada por diferentes fuentes de luz. 2010;
17. Josef Mair, Cohen Caro. Estudio comparativo in vitro de la profundidad de polimerización de resinas compuestas fluidas polimerizadas por luz L.E.D versus luz halógena, a través de resinas compuestas previamente endurecidas [Internet]. UNIVERSIDAD DE CHILE; 2012 [cited 2018 Jun 24]. Available from: [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111665/Caro\\_m.pdf](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111665/Caro_m.pdf)
18. RODRIGUEZ G. Douglas R., PEREIRA S. Natalie A. EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS ACTUALES EN RESINAS COMPUESTAS. ACTA Odontol Venez [Internet]. 2008 [cited 2018 May 24];46. Available from: [https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion\\_tendencias\\_resin](https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resin)

as\_compuestas.asp

19. Carrillo Sánchez C. Materiales de resinas compuestas y su polimerización. Rev ADM [Internet]. 2009 [cited 2018 Jul 1];55:4. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od094b.pdf>
20. Malucín Martínez María de los Ángeles. Comparación in vitro del grado de microfiltración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica incremental con las resinas Bulk-fill colocadas mediante la técnica en bloque en cavidades clase I en molares humanos [Internet]. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ; 2016 [cited 2018 Jul 1]. Available from: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6120/1/128978.pdf>
21. Parra Daniela Villagrán M KR, Georgina Toro Urbina D. ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y COMPRESIÓN EN RESTAURACIONES ESTANDARIZADAS REALIZADAS CON RESINAS COMPUESTAS V/S VIDRIO IONÓMERO DE ALTA DENSIDAD EN DIENTES TEMPORALES [Internet]. universidad Andres Bello ; 2015 [cited 2018 Jul 24]. Available from: [http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/2691/a115905\\_Parra\\_K\\_Estudio\\_comparativo\\_in\\_vitro\\_de\\_la\\_resistencia\\_2015\\_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/2691/a115905_Parra_K_Estudio_comparativo_in_vitro_de_la_resistencia_2015_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
22. Guevara SMQ. RESISTENCIA FLEXURAL Y ESTABILIDAD DE COLOR DE RESTAURACIONES INDIRECTAS ENTRE RESINAS HÍBRIDAS Y CERÓMERO SOMETIDOS A TERMOCICLADO. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR; 2017.
23. Douglas R, PEREIRA S NA. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontológica Venez [Internet]. 2008 [cited 2018 Jul 3];46(3):381–92. Available from: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-63652008000300026](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300026)
24. ESPE 3M. Ficha técnica de Filtec z250 XT [Internet]. Colombia; 2011 [cited 2019 Feb 18]. Available from:

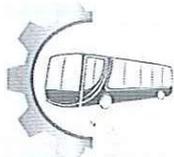
- [http://prosemedic.pimientadigital.com/sites/default/files/ficha-tecnica/filtek\\_z250xt.pdf](http://prosemedic.pimientadigital.com/sites/default/files/ficha-tecnica/filtek_z250xt.pdf)
25. Naranjo-Pizano R, Lince-Jaramillo J, Vivas, Idarraga J, Ruiz, Ceballos D, et al. Diferencia en la dureza de resinas utilizadas convencionalmente al polimerizarse con diferentes tipos de luz. Univ CES [Internet]. 2017 [cited 2018 Jul 3]; Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/ceso/v30n1/v30n1a02.pdf>
  26. Macchi R. Materiales Dentales. 4ta. Edici. PANAMERICANA EM, editor. Buenos Aires; 2007. 85-101 p.
  27. Bilurbina L, Liesa F. Materiales no metálicos resistentes a la corrosión. 1era. Edición. Barcelona : Marcombo; 1990. 150 p.
  28. keogh T. Polimerización iniciada mediante luz: claros y oscuros de las nuevas técnicas. IDEAS Y Trab Odontoestomatol [Internet]. 2001 [cited 2018 Sep 9];2:29–39. Available from: [https://www.researchgate.net/profile/Thomas\\_Keogh/publication/282247892\\_Polimerizacion\\_iniciada\\_mediante\\_luz\\_claros\\_y\\_oscuros\\_de\\_las\\_nuevas\\_tecnicas\\_Light-initiated\\_composite\\_polimerization/links/560934b508ae840a08d36f0f/Polimerizacion-iniciada-mediante-l](https://www.researchgate.net/profile/Thomas_Keogh/publication/282247892_Polimerizacion_iniciada_mediante_luz_claros_y_oscuros_de_las_nuevas_tecnicas_Light-initiated_composite_polimerization/links/560934b508ae840a08d36f0f/Polimerizacion-iniciada-mediante-l)
  29. Nocchi E. ODONTOLOGIA RESTAURADORA : SALUD Y ESTETICA. 2da. edici. Correa A, Frydman J, editors. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana; 2008. 170-184 p.
  30. Aguila M. “Optimización del tiempo de exposición de la luz de fotopolimerización aplicada sobre resina compuesta nanoparticulada.” [Internet]. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR ; 2007 [cited 2019 Feb 18]. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10426/1/T-UCE-0015-633.pdf>
  31. Cotacachi N. NIVEL DE CONOCIMIENTO Y APLICACIÓN DE NORMAS DE BIOSEGURIDAD DURANTE EL USO DE LA LÁMPARA DE LUZ HALÓGENA Y LED EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA EN ESTUDIANTES QUE ASISTEN A LA CLÍNICA INTEGRAL DE LA

- UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR PERÍODO 2015” [Internet].  
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR ; 2016 [cited 2018 Sep 13].  
Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5705/1/T-UCE-0015-257.pdf>
32. Zambrano N. EFECTIVIDAD DEL USO DE LÁMPARAS DE ALTA POTENCIA EN LA PROFUNDIDAD DE FOTOCURADO EN RESINAS COMPUESTAS. UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO, 2016 [Internet].  
UNIVERSIDAD ANDRES BELLO ; 2016 [cited 2018 Sep 16]. Available from:  
[http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/3177/a117546\\_Zambrano\\_N\\_Efectividad\\_del\\_uso\\_de\\_lamparas\\_2016\\_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/3177/a117546_Zambrano_N_Efectividad_del_uso_de_lamparas_2016_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
33. Castro A, Montoya M. ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES BRINELL Y VICKERS. Redalyc.org [Internet]. 2004 [cited 2018 Sep 16];26:79–84. Available from:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911640014>
34. Bravo G. “Microdureza superficial de dos resinas compuestas frente a la acción de una bebida carbonatada: estudio in vitro” [Internet]. Universidad Central del Ecuador ; 2017 [cited 2018 Sep 16]. Available from:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10936/1/T-UCE-0015-682.pdf>
35. Colquehuanca C. Microdureza de la superficie del esmalte sometido al clareamiento dental externo con peróxido de hidrógeno al 35% estudio in vitro [Internet]. UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS ; 2009 [cited 2018 Sep 16]. Available from:  
[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/2215/Colquehuanca\\_ac.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/2215/Colquehuanca_ac.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
36. Alfaro P, Angeles F, Osorno M del C, Nuñez J. Fuerza de mordida: su importancia en la masticación, su medición y sus condicionantes clínicos. Parte I. Rev ADM [Internet]. 2012 [cited 2019 Jan 10];LXIX(2):53–7. Available from:  
<http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2012/od122c.pdf>
37. Sánchez CG. Estudio comparativo de la microdureza superficial in vitro de resinas de nanotecnología frente a la acción de dos sistemas de polimerización

[Internet]. 2014 [cited 2018 Dec 9]. Available from:

[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3636/Sánchez\\_mc.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3636/Sánchez_mc.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## 12 ANEXOS



**LABORATORIO DE ANÁLISIS METALGRÁFICO**  
**ENSAYO DE DUREZA VICKERS**

**INFORME DE RESULTADOS N°: 180479493920181024-EDV**

**DATOS GENERALES**

**N° de proforma:** AM\_2018\_016  
**Empresa / Cliente:** José Adrián Quinatoa Castro.  
**RUC/C.I.:** 1804794939                      **Ciudad:** Ambato.  
**Dirección:** Huachi Totoras.  
**E-mail:** joseadrian0588@gmail.com                      **Teléfono:** 0998135989

**DATOS DEL ENSAYO**

**Lugar de Ejecución del Ensayo:** Laboratorio de Análisis Metalográfico.  
**Dirección:** Ambato/Catiglata. Río de Janeiro y Toronto.  
**Método de ensayo:** NTE INEN-ISO 6507-1. Materiales metálicos - Ensayo de dureza Vickers - Parte 1: Método de ensayo.  
**Equipo utilizado:** Micro-durómetro FUTURE TECH. **Modelo:** FM 800. **Serie:** FMX 8340.  
**Tipo de ensayo:** Cuantitativo.  
**Tiempo de aplicación de la fuerza:** 15 s                      **Fuerza aplicada:** 9.807 N.  
**Última verificación de máquina:** 25/10/2018.  
**Patrón utilizado:** FT13159609                      **Valor:** 699.3 HV1  
**Verificación de la máquina por medio de patrón:** 699.3 HV1  
**Fecha de Inicio de Ensayo:** 25/10/2018. **Fecha de Finalización de Ensayo:** 29/10/2018.

Los resultados obtenidos en el presente informe corresponden a ensayos realizados en probetas de *material dental*. La recepción de las muestras se efectuó en el Laboratorio de Análisis Metalográfico del Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero.

**OBJETOS DE ENSAYO**

**Número de Probetas cuantificadas.**

N°	Identificación del grupo	Material	Fotocurado	Probetas a Ensayar
1	180479493920181024-EDV 01	Resina Nano-híbrida Z250 3M	Lámpara de Luz Halógena	15
2	180479493920181024-EDV 02		Lámpara de Luz LED	15
			<b>Total</b>	<b>30</b>

**Observaciones:** Ninguna

Nota: Este informe no significa certificación de calidad, no debe ser usado con fines publicitarios y no debe ser reproducido total ni parcialmente.

<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>
Ing. Fernando Galarza Mg. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Ing. Fernando Tibán R. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Ing. Esteban López Espinel MEng Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC

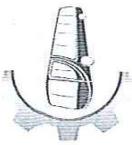
**Lugar y fecha de emisión de Informe:** Ambato, 29 de octubre de 2018

**N°. Factura:** 001-002-000005794



**Resultados:**

Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Diagonal 1 (µm)	Diagonal 2 (µm)	Dureza VICKERS (HV1)
1	180479493920181024-EDV 01-1	22.1	49.2	142.23	136.74	95.3
2	180479493920181024-EDV 01-2	22.6	48.9	142.80	141.09	92.0
3	180479493920181024-EDV 01-3	23.4	49.9	136.44	136.44	99.6
4	180479493920181024-EDV 01-4	23.9	45.3	140.15	140.15	94.4
5	180479493920181024-EDV 01-5	24.1	46.7	143.72	141.08	91.4
6	180479493920181024-EDV 01-6	24.3	44.2	140.90	140.90	94.7
7	180479493920181024-EDV 01-7	24.4	44.3	142.94	137.07	94.6
8	180479493920181024-EDV 01-8	24.5	44.2	173.74	141.12	91.4
9	180479493920181024-EDV 01-9	24.5	44.3	138.73	144.01	92.8
10	180479493920181024-EDV 01-10	24.6	44.1	140.95	142.88	92.1
11	180479493920181024-EDV 01-11	24.6	44.5	142.38	142.22	91.6
12	180479493920181024-EDV 01-12	24.9	44.4	141.12	140.61	93.5
13	180479493920181024-EDV 01-13	25.0	44.0	144.01	139.72	92.1
14	180479493920181024-EDV 01-14	25.4	43.6	139.86	142.09	93.3
15	180479493920181024-EDV 01-15	25.5	43.9	141.77	139.97	93.4
				Promedio $\bar{x}$		93.48
				Desviación estándar $S_{n-1}$		2.122
				Coeficiente de variación CV		2.27



25	180479493920181024-EDV 02-10	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
26	180479493920181024-EDV 02-11	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
27	180479493920181024-EDV 02-12	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
28	180479493920181024-EDV 02-13	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
29	180479493920181024-EDV 02-14	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
30	180479493920181024-EDV 02-15	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	

Todas las muestras de todos los grupos por acuerdo, son entregadas al cliente, El CFPMC no se responsabiliza por el mantenimiento y almacenamiento de las mismas, quedando a responsabilidad del cliente su resguardo.

<b>Elaborado por:</b> Ing. Fernando Galarza Chacón Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Ing. Fernando Tibán R. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	<b>Aprobado por:</b> Ing. Esteban López Espinel Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC
Cliente		




**HOJA DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS**

<b>Informe N°:</b> 180479493920181024-EDV
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>
<b>Empresa / Cliente:</b> José Adrián Quinatoa Castro.
<b>Dirección:</b> Huachi Totoras, Ambato.
<b>Núm. de cédula / RUC:</b> 1804794939
<b>E-mail:</b> joseadrian0588@gmail.com
<b>Teléfono:</b> 0998135989

**DATOS INFORMATIVOS**


<b>Laboratorio:</b> Análisis Metalográfico
<b>Designación del material:</b>
Material dental (Resina Nano-híbrida Z250 3M) con distintos tipos de Fotocurado.
<b>Método de ensayo:</b>
NTE INEN-ISO 6507-1. Materiales metálicos - Ensayo de dureza Vickers - Parte 1: Método de ensayo.

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA INGRESO	FECHA ELIMINACIÓN	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	EVIDENCIAS
1	180479493920181024-EDV 01-1	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
2	180479493920181024-EDV 01-2	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
3	180479493920181024-EDV 01-3	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
4	180479493920181024-EDV 01-4	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
5	180479493920181024-EDV 01-5	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	




6	180479493920181024-EDV 01-6	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
7	180479493920181024-EDV 01-7	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
8	180479493920181024-EDV 01-8	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
9	180479493920181024-EDV 01-9	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
10	180479493920181024-EDV 01-10	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
11	180479493920181024-EDV 01-11	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
12	180479493920181024-EDV 01-12	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
13	180479493920181024-EDV 01-13	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
14	180479493920181024-EDV 01-14	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
15	180479493920181024-EDV 01-15	2018-10-19	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	

Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA INGRESO	FECHA ELIMINACIÓN	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	EVIDENCIAS
16	180479493920181024-EDV 02-1	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
17	180479493920181024-EDV 02-2	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
18	180479493920181024-EDV 02-3	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
19	180479493920181024-EDV 02-4	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
20	180479493920181024-EDV 02-5	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
21	180479493920181024-EDV 02-6	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
22	180479493920181024-EDV 02-7	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
23	180479493920181024-EDV 02-8	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	
24	180479493920181024-EDV 02-9	2018-10-24	2018-10-30	Cliente	Se entrega al cliente	



Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Diagonal 1 (µm)	Diagonal 1 (µm)	Dureza VICKERS (HV1)
16	180479493920181024-EDV 02-1	24.1	53.0	136.75	136.75	98.7
17	180479493920181024-EDV 02-2	24.2	53.4	137.16	137.85	98.1
18	180479493920181024-EDV 02-3	24.3	56.8	136.99	137.06	98.8
19	180479493920181024-EDV 02-4	21.9	53.9	136.70	136.82	99.1
20	180479493920181024-EDV 02-5	22.0	52.9	136.71	136.23	99.6
21	180479493920181024-EDV 02-6	22.0	52.0	136.87	136.72	98.5
22	180479493920181024-EDV 02-7	23.0	49.4	135.33	136.15	99.3
23	180479493920181024-EDV 02-8	22.4	51.4	136.47	136.40	99.6
24	180479493920181024-EDV 02-9	22.4	51.2	136.60	136.52	99.4
25	180479493920181024-EDV 02-10	22.7	51.7	136.20	136.38	99.8
26	180479493920181024-EDV 02-11	22.8	50.9	136.30	136.38	99.8
27	180479493920181024-EDV 02-12	22.9	50.2	136.80	136.74	99.1
28	180479493920181024-EDV 02-13	22.9	50.1	136.87	136.44	99.3
29	180479493920181024-EDV 02-14	22.9	50.0	135.32	136.22	100.6
30	180479493920181024-EDV 02-15	23.0	49.6	136.08	136.05	100.2
				Promedio $\bar{x}$		99.33
				Desviación estándar $S_{n-1}$		0.65
				Coeficiente de variación CV		0.66

Observaciones del ensayo: Ninguna



Centro de Fomento Productivo  
Metalmeccánico Carrocero



Honorable Gobierno  
Provincial de Tungurahua

## RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS


<b>Informe N°:</b> 180479493920181024-EDV	
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>	
<b>Empresa / Cliente:</b> José Adrián Quinatoa Castro.	
<b>Dirección:</b> Huachi Totoras, Ambato.	
<b>Núm. de cédula / RUC:</b> 1804794939	<b>Teléfono:</b> 0998135989
<b>E-mail:</b> joseadrian0588@gmail.com	

<b>DATOS INFORMATIVOS</b>	
<b>Laboratorio:</b> Análisis Metalográfico	
<b>Designación del material:</b> Material dental (Resina Nano-híbrida Z250 3M) con distintos tipos de Fotocurado.	
<b>Método de ensayo:</b> NTE INEN-ISO 6507-1. Materiales metálicos - Ensayo de dureza Vickers - Parte 1: Método de ensayo.	

### Número de Probetas cuantificadas


N°	Identificación del grupo	Material	Fotocurado	Probetas a Ensayar
1	180479493920181024-EDV 01	Resina Nano-híbrida Z250 3M	Lámpara de Luz Halógena	15
2	180479493920181024-EDV 02		Lámpara de Luz LED	15
			<b>Total</b>	<b>30</b>

**Nota:** La fabricación de las probetas en tipo y cantidad es declarada por el cliente.



ENSAYO SOLICITADO			
No.	No. DE PROBETA	DESCRIPCIÓN	FECHA RECEPCIÓN
1	180479493920181024-EDV 01-1	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
2	180479493920181024-EDV 01-2	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
3	180479493920181024-EDV 01-3	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
4	180479493920181024-EDV 01-4	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
5	180479493920181024-EDV 01-5	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
6	180479493920181024-EDV 01-6	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
7	180479493920181024-EDV 01-7	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
8	180479493920181024-EDV 01-8	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
9	180479493920181024-EDV 01-9	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
10	180479493920181024-EDV 01-10	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
11	180479493920181024-EDV 01-11	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
12	180479493920181024-EDV 01-12	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
13	180479493920181024-EDV 01-13	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
14	180479493920181024-EDV 01-14	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
15	180479493920181024-EDV 01-15	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-19
16	180479493920181024-EDV 02-1	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24
17	180479493920181024-EDV 02-2	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24
18	180479493920181024-EDV 02-3	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24
19	180479493920181024-EDV 02-4	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24
20	180479493920181024-EDV 02-5	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24
21	180479493920181024-EDV 02-6	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24
22	180479493920181024-EDV 02-7	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24
23	180479493920181024-EDV 02-8	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24
24	180479493920181024-EDV 02-9	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24
25	180479493920181024-EDV 02-10	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24
26	180479493920181024-EDV 02-11	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24
27	180479493920181024-EDV 02-12	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24
28	180479493920181024-EDV 02-13	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24
29	180479493920181024-EDV 02-14	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24
30	180479493920181024-EDV 02-15	Cumple con criterios dimensionales	2018-10-24

**DATOS INFORMATIVOS:** De acuerdo a los criterios de aceptación y rechazo las probetas cumplen con el número mínimo de muestras para el ensayo y en las dimensiones.

		
<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>
Ing. Fernando Galarza	Ing. Fernando Tibán R.	Ing. Esteban López-Espinel
Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC
Cliente		

**NOTA:** LA INFORMACIÓN CONSIGNADA EN ESTE FORMULARIO ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE. POSTERIORMENTE A LA EJECUCIÓN DEL(LOS) ENSAYO(S) NO SE ADMITIRÁ ARREGLOS DE ESTA INFORMACIÓN NI DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS. FAVOR REVISAR ANTES DE SU FIRMA.