

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA



INFORME DE TESIS

*“ANÁLISIS DE LA DUREZA SUPERFICIAL DE LAS RESINAS
COMPUESTAS EN RELACIÓN AL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS DE
RELLENO.”*

PRESENTADO POR:

Bach. Leidy Stefany Leyva Silvano

Para optar el título de:

CIRUJANO DENTISTA

**LIMA – PERÚ
2019**

DEDICATORIA

A dios por su infinita bendición,
protección y amor.

A mis padres por su amor incondicional,
por el gran apoyo que me brindan y
por ser mi motivo para seguir adelante.

A mi familia por apoyarme
en todo lo que necesitaba.

A mis amigos que me brindaron
palabras de aliento.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por todo lo que me brinda día a día, por darme paciencia y sabiduría para poder terminar mi carrera profesional.

A mis padres, Juan Leyva Mendoza y Vicenta Silvano Guerreo, por darme la oportunidad de estudiar una carrera profesional, por todos sus consejos, por inculcarme valores, humildad y perseverancia.

A mi Asesor, el Dr. Gregorio Lorenzo Menacho Ángeles, por la disposición en guiarme en todo el proceso de mi investigación, por sus consejos y por compartir sus conocimientos.

Al Dr. Cesar Lamas Lara, por brindarme sus conocimientos y aportes muy valiosos.

A mi familia y amigos que me apoyaron para lograr el objetivo de este estudio.

RESUMEN

La longevidad de las restauraciones en boca es una preocupación a nivel estomatológico, por lo cual el presente estudio busca identificar que material presenta mayor dureza superficial en relación al tamaño de sus partículas de relleno. **Diseño:** Estudio de diseño experimental, de corte transversal y prospectivo. **Materiales y Métodos:** Se realizó el ensayo in vitro de 20 bloques de resinas Filtek Z350 XT® de 3M (Grupo 1) y Palfique LX5® de Tokuyama (Grupo 2), 10 bloques cilíndricos para cada grupo de 5mm de diámetro por 4mm de altura en un dispositivo de acero preformado, siendo polimerizados por una Lámpara de luz LED durante 40 segundos con una intensidad de 800 W/cm², las muestras fueron sometidas al durómetro Vickers. Los datos fueron analizados por el programa estadístico SPSS versión 22 y se realizaron los análisis de T de Student para muestras independientes, Prueba de normalidad de Levene, Prueba de Shapiro Wilk, con un nivel de confianza del 95%. **Resultados:** Los datos recolectados evidenciaron que la resina Filtek Z350 XT® (3M) tuvo diferencia significativa con respecto a la proporción del tamaño de las partículas de relleno ($p=0.386$), la resina Palfique LX5® (Tokuyama) tuvo diferencia significativa con respecto a la proporción del tamaño de las partículas de relleno ($p=0.090$) y Filtek Z350 XT® (3M) tuvo diferencia significativa con Palfique LX5® (Tokuyama), al presentar mayor Dureza Superficial ($p= p=0.000$). **Conclusiones:** La evidencia presentada demuestra nos permite identificar la marca de resina compuesta con mayor Dureza Superficial, siendo Filtek Z350 XT® (3M).

Palabras Clave: Resina Compuesta, Dureza Superficial, Relleno Inorgánico, restauración

ABSTRACT

The longevity of the restorations in the mouth is a concern at stomatologic level, so the present study seeks to identify that the material has greater surface hardness in relation to the size of its filler particles. **Design:** Experimental design study, cross-sectional and prospective. **Materials and Methods:** In vitro test was carried out on 20 blocks of Filtek Z350 XT® resins from 3M (Group 1) and Palfique LX5® from Tokuyama (Group 2), 10 cylindrical blocks for each group of 5mm diameter by 4mm height in a preformed steel device, being polymerized by an LED light lamp for 40 seconds with an intensity of 800 W / cm², the samples were subjected to the Vickers durometer. The data were analyzed by the statistical program SPSS, version 22 and Student's T-test was performed for independent samples, Levene normality test, Shapiro Wilk test, with a confidence level of 95%. **Results:** The data collected showed that the Filtek Z350 XT® resin (3M) had a significant difference with respect to the proportion of its size ($p = 0.386$), the Palfique LX5® resin (Tokuyama) had a significant difference with respect to the proportion of the size of the filler particles ($p = 0.090$) and Filtek Z350 XT® (3M) had a significant difference with Palfique LX5® (Tokuyama), when presenting the mayor Surface Hardness ($p = p = 0.000$). **Conclusions:** Surface hardness, being Filtek Z350 XT® (3M).

Keywords: Composite Resin, Surface Hardness, Inorganic Filler, restoration.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	1
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. MARCO TEÓRICO	1
1.1.1. Dureza Superficial.	1
1.1.1.1. Definición	1
1.1.1.2. Brinell	1
1.1.1.3. Rockwell	2
1.1.1.4. Vickers	3
1.1.2. Resina Compuesta.	5
1.1.2.1. Historia.	5
1.1.2.2. Definición.	7
1.1.2.3. Composición de las Resinas Compuestas	8
1.1.2.3.1. Fase orgánica o Matriz resinosa.	8
1.1.2.3.2. Fase Dispersa o Partículas de relleno.	9
1.1.2.3.3. Agente de conexión o acoplamiento.	11
1.1.2.4. Clasificación de las Resinas Compuestas.	14
1.1.2.4.1. Clasificación según el tipo de monómero que compone la matriz	14

1.1.2.4.2.	Clasificación según su Sistema de activación.	14
1.1.2.4.3.	Clasificación según su Consistencia.	16
1.1.2.4.4.	Clasificación en relación al tamaño y distribución de las partículas.....	17
1.1.2.5.	Propiedades de las Resinas Compuestas.....	22
1.1.2.5.1.	Resistencia al Desgaste.	22
1.1.2.5.2.	Dureza	23
1.1.2.5.3.	Variación Dimensional Térmica.	24
1.1.2.5.4.	Textura Superficial.....	24
1.1.2.5.5.	Conductividad Térmica.....	25
1.1.2.5.6.	Sorción Acuosa.....	25
1.1.2.5.7.	Módulo de la Elasticidad.	26
1.1.2.5.8.	Resistencia a la Fractura.....	26
1.1.2.5.9.	Resistencia a la Compresión y a la Tracción.	26
1.1.2.5.10.	Estabilidad de Color.....	27
1.1.2.5.11.	Radiopacidad.....	27
1.1.2.5.12.	Contracción de Polimerización.....	27
1.1.3.	Resinas Compuestas Usadas en el Estudio.....	28
1.1.3.1.	Filtek Z350 XT® (3M)	28
1.1.3.1.1.	Relleno Inorgánico	29
1.1.3.2.	Palfique LX5® (Tokuyama)	31

1.1.3.2.1. Relleno Inorgánico	32
1.2. INVESTIGACIONES	34
1.3. MARCO CONCEPTUAL.....	38
CAPÍTULO II.....	40
EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES	40
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	40
2.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	40
2.1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	40
2.1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL.....	40
2.1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	40
2.2. FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	40
2.2.1. FINALIDAD	40
2.2.2. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	41
2.2.2.1. OBJETIVO GENERAL	41
2.2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	41
2.2.3. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO.....	42
2.2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO.....	42
2.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	43
2.3.1. HIPÓTESIS PRINCIPAL Y ESPECÍFICAS	43
2.3.1.1. HIPÓTESIS PRINCIPAL	43
2.3.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	43
2.3.2. VARIABLES E INDICADORES.....	43

CAPÍTULO III.....	45
MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTOS	45
3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA	45
3.1.1. POBLACIÓN.....	45
3.1.2. MUESTRA	45
3.1.3. DISEÑO A UTILIZAR EN EL ESTUDIO	45
3.1.4 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
46	
3.1.4.1 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	46
3.1.4.2 PROCESAMIENTO DE DATOS	47
CAPÍTULO IV	49
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	49
4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	49
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	51
4.2.1. Contrastación de Hipótesis Específicas	54
4.2.1.1 Contrastación de Hipótesis Específica 1	55
4.2.1.2 Contrastación de Hipótesis Específica 2	56
4.2.1.3. Contrastación de Hipótesis Específica 3	58
4.2.2. Evaluación de la Validez de la Hipótesis General	59
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	61
CAPÍTULO V	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63

5.1. CONCLUSIONES	63
5.2. RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS	72
ANEXO 01. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	73
ANEXO 02. MATRIZ DE CONSISTENCIA INTERNA	74
ANEXO 03. CARTA DE AUTORIZACIÓN	76
ANEXO 04. INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN	77
ANEXO 05. RESULTADOS DEL LABORATORIO	78
ANEXO 06. REGISTRO FOTOGRÁFICO	80

INTRODUCCIÓN

Las resinas compuestas se han convertido en el material restaurador más importante con buenas características estéticas, formando estructuras resistentes, que son biocompatibles con el tejido dentario, utilizadas tanto en el sector anterior como posterior; están constituidas por una matriz orgánica, un agente de conexión y el relleno inorgánico.

La conducta del material depende en gran parte del relleno inorgánico en relación al tamaño, forma y composición de sus partículas; mejorando la superficie, aumentando la resistencia al desgaste, aumentando la resistencia compresiva, brindando mayor dureza superficial, menor contracción y profundidad de polimerización, facilitando la manipulación y pulido final.

Actualmente las resinas compuestas son una buena opción para la operatoria estética de los pacientes, pero su apropiado uso en las restauraciones del sector posterior implica adecuadas propiedades debido a las fuerzas oclusales, como es tener alta resistencia al desgaste y por ende mayor dureza superficial. Es por ello, que, durante el tiempo el tamaño de las partículas de relleno que son generalmente vidrios triturados se ha ido reduciendo. Las nanopartículas al principio fueron incluidas para dar un buen acabado estético, en la actualidad se utilizan en los materiales para mejorar sobre todo la resistencia al desgaste.

Los compuestos de resina pertenecen a una categoría llamada híbrida y actualmente se encuentran en el mercado como nanohíbridas (poseen una fracción de nanopartículas de 5 – 100nm y partículas submicrométricas de 0.6 - 1µm). Pero la distribución basada en el tamaño de las partículas no refleja la

composición del relleno, es decir, no todos los nanohíbridos muestran las mismas propiedades en la proporción del tamaño del relleno.

Los rellenos tradicionales están conformados de vapores de sílice con un tamaño promedio de partícula de 0.04μ . Las partículas primarias tienden a agregarse (el grado de agregación varía, dependiendo del material de relleno utilizado en el producto).

Las partículas agregadas pequeñas son difíciles de lograr. La estructura de estos agregados da como resultado una carga de relleno relativamente baja. Muchos fabricantes de microrrellenos agregan a su composición partículas de relleno de resina prepolimerizada para aumentar la carga de relleno. El relleno prepolimerizado se obtiene agregando el relleno hecho de vapores de sílice a la resina. Esta mezcla se polimeriza y después se pulveriza para formar partículas, causando menor resistencia al desgaste y la fractura.

Por otro lado, se plantea que las próximas formulaciones de las resinas compuestas, tendrán un tamaño de partículas de relleno por debajo de 50 nm, aunque por el momento hay inconvenientes en producir dichos materiales.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la dureza superficial de las resinas compuestas: Filtek Z350 XT® de 3M (nanorelleno) y Palfique LX5® de Tokuyama (supra-nanorelleno). Para poder determinar cuál presenta mayor dureza superficial en relación al tamaño de sus partículas de relleno, que implicaría un mejor pronóstico en boca

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. MARCO TEÓRICO

1.1.1. Dureza Superficial.

1.1.1.1. Definición

La dureza es una cualidad de la superficie de un material establecido, que miden la deformación luego de utilizar una fuerza, esto no representa ninguna propiedad del material y está vinculada con las propiedades elásticas y plásticas de cada material. ¹

Varias de las técnicas más utilizadas para verificar la dureza de los materiales, son las pruebas de durometría de Brinell, Rockwell, Vickersy, Knoop y Shore. Cada una de estas se diferencia levemente de las otras, cada una presentan determinadas ventajas y desventajas. Por otro lado, tienen algo en común, ya que dependen de la impregnación de algún objeto de forma geométrica definida en la superficie del material estudiado. ²

1.1.1.2. Brinell

El ensayo de dureza Brinell radica en presionar la superficie del material con una esfera de acero o carburo de tungsteno, provocando la impresión de un casquete esférico correspondiente a la porción de la esfera que penetra. El valor de dureza, número de Brinell HB, se da como resultado de dividir la carga aplicada por la superficie del casquete. La profundidad del casquete impreso es medida directamente en la máquina, mientras la carga se mantiene

adaptada de modo de asegurar un buen contacto entre la esfera y el material.

Existen dos desventajas: ³

- Primero, debido a que no sirve para materiales frágiles o ligeros, ya que para producir la huella se tiene que superar el límite proporcional, lo que no es posible en ese tipo de materiales.
- Segundo, no se mide la magnitud real de la penetración sino la penetración menos la recuperación que se produce cuando la superficie del material vuelve a su forma original. ⁴

1.1.1.3. Rockwell

Semejante al ensayo Brinell, donde la dureza se determina en función del grado de penetración del material a ensayar a consecuencia de la acción del penetrador bajo una carga estática.

Se diferencia del ensayo Brinell debido a que las cargas son menores y los penetradores más pequeños, por lo que la huella en el material será menor y menos profunda. Por otro lado, el ensayo Rockwell no necesita emplear una fórmula para la determinación de la dureza. El resultado se obtiene directamente del indicador de la máquina ya que está otorgado por el incremento de profundidad de penetración debido a la acción del penetrador, el cual puede ser una bola de acero o un cono de diamante. ¹ Muestra menor exactitud, pero el ensayo es más rápido y fácil de llevar a cabo. Las técnicas más exactas están basadas en el empleo de indentadores de diamante tallados en formas especiales. ³

1.1.1.4. Vickers

El ensayo de la dureza Vickers por una parte es semejante a la dureza Brinell ya que se obtiene de la carga aplicada por la superficie del material. Sin embargo, en este ensayo se utiliza una carga pequeña y el penetrador es un diamante en forma de pirámide. Se emplea principalmente en materiales de gran dureza y de las piezas con secciones muy pequeñas, o en capas muy finas.²

- Para realizar los ensayos, las máquinas proveen cargas de: 1, 2.5, 5, 10, 20, 30, 50, 100 y 120 kgf.
- Cuando se va a emplear un material muy duro ($H_v > 500$), se recomienda aplicar una carga no mayor de 50 kgf, debido a que, al aplicarse mayores cargas, podría deteriorarse el diamante.
- Para ensayos de aceros cementados o de láminas delgadas, se aplican los menores esfuerzos.

MÉTODO

Consta en la penetración de un diamante piramidal tetraédrico con un ángulo entre aristas de 136° en la superficie que se ensaya, y se expresa por el valor numérico de la dureza, dicho valor se obtiene dividiendo la carga (kgf) entre la superficie lateral de la huella (mm^2) determinada por las diagonales. El valor numérico de la dureza se calcula por la fórmula:³

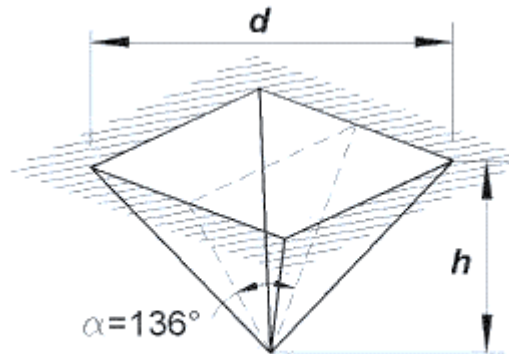
$$H_v = \frac{2 P \operatorname{sen} \alpha/2}{d^2} = 1,8544 P/d^2$$

donde:

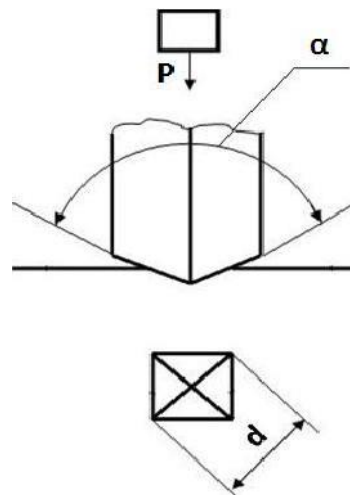
P = carga sobre el diamante piramidal, en (kgf)

α = ángulo entre las aristas del diamante piramidal opuestas, en grados

d = media aritmética que resulta de ambas diagonales de la huella después de eliminada la carga, en (mm²)



Habitualmente esta fórmula no se emplea de manera práctica, pues los valores numéricos de las durezas se determinan con tablas, elaboradas en función de la diagonal de la huella.



El ensayo Vickers es más exacto, debido a la menor deformación del penetrador ³. En estos ensayos la penetración se puede realizar en chapas y láminas extremadamente delgadas, o superficies tratadas en las que el espesor del tratamiento es muy delgado como los materiales dentales.

En los ensayos de microdureza se emplean aparatos que manejan cargas que pueden variar de 0,01 kg a 2 kg. La huella dejada en las pruebas de microdureza Vickers son muy pequeñas y permite realizar mediciones aun en áreas muy reducidas y a la vez para determinar la dureza de materiales bastante frágiles como los materiales dentales. ¹

Por ello, se usará la prueba de microdureza Vickers para medir la dureza superficial de resinas compuestas.

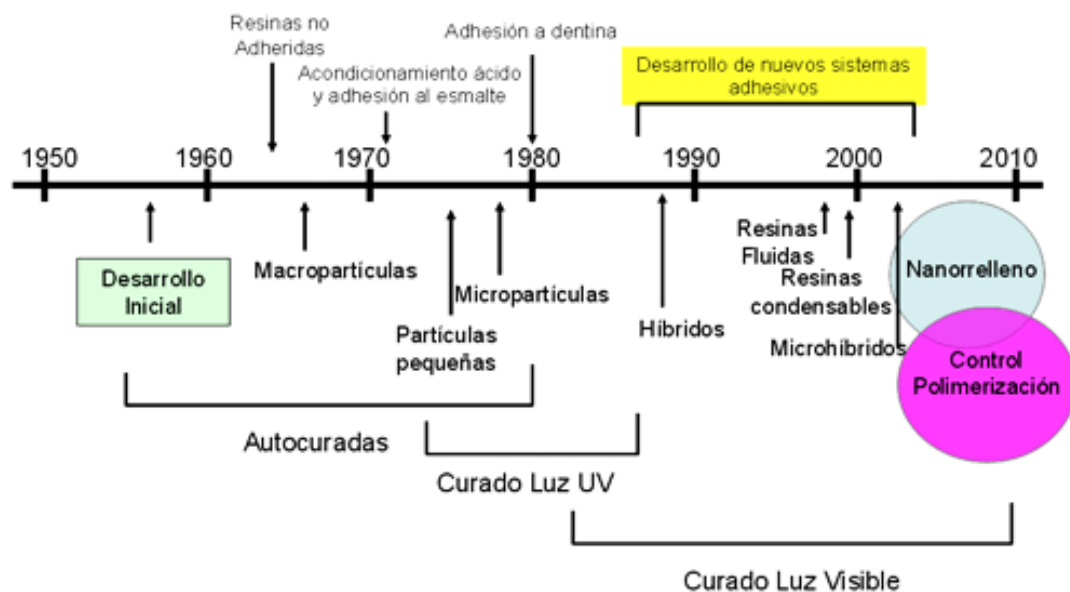
1.1.2. Resina Compuesta.

1.1.2.1. Historia.

La historia de las resinas compuestas tuvo sus inicios durante la primera mitad del siglo XX. En ese momento, los únicos materiales que poseían el mismo color del diente y que podían ser utilizados como material de restauración estética eran los silicatos. Estos cementos silicatos se adquirían haciendo reaccionar ácido fosfórico con partículas de vidrio. ⁵ Muy aparte de mostrar una alta estética, también exhibía algunos defectos como la alta solubilidad en el medio bucal y un alto grado de irritación pulpar. ⁶ Estos problemas llevaron al desarrollo de los sistemas acrílicos sin relleno (un copolímero basado en el polimetacrilato de metilo), por otro lado, éstos poseían un alto grado de contracción de polimerización y coeficientes de variación dimensional térmica diez veces mayor que el de las estructuras dentarias,

dando como consecuencia filtraciones marginales y percolación. Las resinas acrílicas tenían baja resistencia mecánica, inestabilidad de color y mayor generación de calor al polimerizar. A finales de los años 40, las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) sustituyeron a los silicatos. Estas resinas poseían un color parecido al de los dientes, eran insolubles a los fluidos orales, buena manipulación y de bajo costo. Lamentablemente, estas resinas acrílicas presentan poca resistencia al desgaste y contracción de polimerización muy alta y en consecuencia mucha filtración marginal. ^{6,7}

El comienzo de las resinas modernas se dio en 1962 cuando el Dr. Ray. L. Bowen ⁸ manejó un nuevo tipo de resina compuesta. La principal invención fue la matriz de resina de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o conexión que vendría a ser el silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno. Desde ese momento, las resinas compuestas han pasado por numerosos avances.



1.1.2.2. Definición.

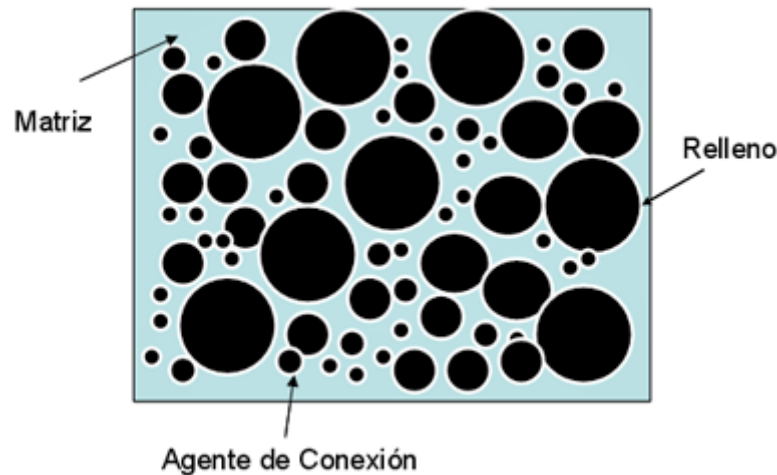
En el año 1962, el Dr. Rafael L. Bowen sustituyó el metacrilato de metilo por un monómero de mayor peso molecular dimetacrilato, conocido como BIS-GMA.⁹ Debido al alto peso molecular, la contracción que se producía al polimerizar era menor.

Las resinas compuestas dentales, son combinaciones complejas de resinas polimerizables y de partículas de rellenos inorgánicos.⁸ Para juntar las partículas de relleno a la matriz plástica de resina, el relleno es revestido con silano, un agente de conexión o acoplamiento. Se incluyen otros elementos en la formulación para favorecer la polimerización, adaptar la viscosidad y acrecentar la opacidad radiográfica. Creando de esta manera, un nuevo complejo de resina que presentaba tres fases:

- Una primera fase continua, fase orgánica o matriz resinosa.
- Una segunda fase dispersa o de partículas de relleno, y
- Un agente de acoplamiento, unión o conexión entre ellas, de vinil silano.¹⁰

De aquí nace esta nueva generación de materiales en base a resinas compuestas o “composites”, es decir, un sistema de material formado por una mezcla de dos o más macroconstituyentes. Las resinas compuestas se transforman para adquirir color, translucidez y opacidad; de esa forma simular a los dientes naturales, originando el material más estético de restauración directa. Al inicio, las resinas compuestas se orientaban solo para la restauración estética del sector anterior. Después y gracias a la evolución de los materiales, se orientó también al sector posterior.

Entre la evolución de las resinas compuestas, se observan mejoras en sus propiedades, como la resistencia al desgaste, manipulación y estética. ²



1.1.2.3. Composición de las Resinas Compuestas

1.1.2.3.1. Fase orgánica o Matriz resinosa.

Constituida por monómeros más un sistema iniciador (polimerización por radicales libres) y estabilizadores (elevan la estabilidad de almacenamiento de la resina no polimerizada y la firmeza química de la resina polimerizada).

¹¹ El monómero base Dimetacrilato aromático más empleado durante los últimos 30 años fue el Bis-GMA (Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato) que presenta alto peso molecular, conllevando a poseer menor volatilidad, menor difusividad en los tejidos, alta viscosidad, por ello lo hace más pegajoso, dificultad a la manipulación y en circunstancias comunes de polimerización, el grado de transformación del Bis-GMA es bajo. Por ello para mejorar la deficiencia se les añadió monómeros de bajo peso molecular como Metacrilato de Metilo (MMA), Dimetacrilato de Tetraetilenglicol (TEGMA) y Etilenglicol Dimetacrilato (EDMA). Entonces cuando hay menor viscosidad de

la composición monomérica se puede integrar más relleno dentro de ella. ¹⁰ Por otro lado, la molécula de Bis-GMA, fomenta la absorción de agua, teniendo efectos negativos en sus propiedades con una posible degradación hidrolítica.²

En la actualidad se ha utilizado un monómero con menor viscosidad, llamado Bis-EMA6 que tiene alto peso molecular y posee una disminución de uniones dobles por unidades de peso; como resultado se produce una reducción de la contracción de polimerización, ofrece una matriz más fija y también mayor hidrofobicidad, lo que minoriza su sensibilidad ante la humedad. ¹² Otro monómero utilizado, asociado o no de Bis-GMA, es el UDMA (Dimetacrilato de Uretano), su capacidad es que posee baja viscosidad y alta flexibilidad, lo que incrementa la resistencia de la resina. ⁶ Las resinas compuestas constituidas en UDMA posee mayor polimerización que las constituidas en BisGMA. ¹³ Soderholm y colaboradores, señalaron que la profundidad de curado era menor en algunas resinas compuestas basadas en UDMA debido a una desigualdad entre el índice de reflejo de luz entre el monómero y el relleno.

Hace algunos años, se han desarrollado algunas formulaciones de monómeros con baja contracción de polimerización, proporcionando menor estrés y algunos con propiedades de mayor abrasión.

1.1.2.3.2. Fase Dispersa o Partículas de relleno.

Los rellenos son utilizados en las resinas compuestas para proporcionar resistencia, aumentar la rigidez, disminuir los cambios dimensionales cuando

las resinas son calentadas y enfriadas, disminuir la contracción, proporcionar radiopacidad, generando la estética y mejor la manipulación del material.

A los inicios, las partículas de relleno estaban compuestas principalmente por: cuarzo o vidrio molido de 0.1 a 100 μ m, sílice, sílice pirolítica o coloidal 0.04 μ m (40nm), vidrio de borosilicato, silicatos de litio, fluoruro de bario, óxidos de (aluminio, zirconio y litio); óxido de (bario, zinc e itrio) y tri-fluoruro de iterbio. El objetivo de añadir el relleno inorgánico era para aumentar la resistencia mecánica del material y lograr disminuir la cantidad de moléculas de monómero por unidad de volumen y por ende minorizar la contracción de polimerización.⁶

Actualmente el relleno más empleadas son las de cuarzo o vidrio de bario, adquiridas de distintos tamaños a través de diferentes procesos de fabricación (pulverización, trituración, molido). Las partículas de cuarzo son fácilmente obtenidas, proporciona mejor adhesión con los agentes de conexión o acoplamiento (Silano) y poseen una buena igualdad óptica con la resina polimérica, pero el cuarzo no es radiopaco y puede llegar a ser muy abrasivo al esmalte. Por otro lado, el cuarzo tenía las partículas largas y duras en relación a la matriz polimérica. Dichas características confirmaban que si la superficie del material fuera abrasionado, el polímero se desgastaría más rápido que los rellenos. Por lo tanto, hacía que la superficie de la restauración fuera áspera y poco parecida al esmalte, dificultando la estética y el pulido.

También son empleadas partículas de sílice de un tamaño aproximado de 0,04 μ m (micropartículas), las cuales son adquiridas a través de procesos pirolíticos (quema) o de precipitación (sílice coloidal).¹⁴ La tendencia actual es la reducción del tamaño de las partículas, facilitando a una distribución más

cercana, en torno a 0.05 μm .¹⁵ Es importante destacar que cuanto mayor sea la integración de relleno a la matriz, mejor serán las propiedades de la resina, debido a que produce menor contracción de polimerización y en efecto menor filtración marginal, argumento en el cual se basa el surgimiento de las resinas condensables (compuestas por alto porcentaje de relleno).⁹

Sin embargo, tan importante como la contracción de polimerización, es la tensión o el estrés de contracción de polimerización, es decir, la contracción de la resina, su módulo de elasticidad (rigidez) y la cantidad de paredes de las superficies dentarias a unir. En conclusión, las resinas con alta incorporación de relleno terminan contrayendo menos, pero como consecuencia hay mayor estrés de contracción lo que sobrelleva a mayor filtración, por ser demasiado rígidas.¹⁶

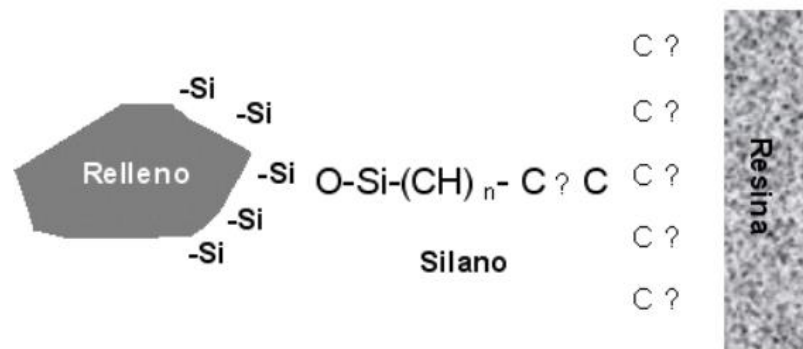
Las partículas de relleno, ayudan a reforzar la matriz de resina, en cuanto al aumento de dureza, resistencia y reducir el desgaste de la resina. Por otro lado, el tamaño reducido ayuda a mejorar el pulido, reduce la absorción del agua, reduce la pigmentación, aumenta la potencia abrasiva, reduce la contracción y expansión térmica, también aumenta la viscosidad hasta lograr que el material de la matriz sea una pasta manejable y por ende tener una mejor manipulación. De acuerdo a la radiopacidad de la resina, al incorporar metales pesados a la composición mejora notoriamente para un buen diagnóstico radiográfico.

1.1.2.3.3. Agente de conexión o acoplamiento.

Es conocido también como un agente de enlace con grupos bifuncionales entre la fase inorgánica y la matriz, causando una unión química entre ellas;

representa el 4.4 – 9.7% de la resina compuesta. Dicha adhesión entre ambas fases es importante para que el material posea resistencia y durabilidad. Estos agentes de conexión, mejoran las propiedades físicas y mecánicas. Pueden actuar como disipadores de tensión, impide la penetración de agua en la interfase matriz – relleno, por ello está relacionado con el éxito clínico de las restauraciones. ¹⁷

Los agentes de acoplamiento más empleados son los compuestos silanos, que tienen grupos silanos (Si-OH) por un lado y grupos metacrilatos (C=C) por otro lado, produciendo así moléculas con doble polaridad (bifuncionales), ya que pueden reaccionar mediante enlaces de tipo covalente con la superficie orgánica o matriz y por enlaces iónicos a la superficie inorgánica o relleno. El vinil silano fue el primero en ser empleado entre la matriz y la fase inorgánica, luego se empezó a usar un silano con mayor frecuencia llamado gamma metacriloxipropiltrimetoxisilano, que permitía una unión más estable y resistente. Este silano es una molécula bipolar que se junta a las partículas de relleno cuando son hidrolizados mediante puentes de hidrógeno, además posee grupos metacrilatos, los cuales forman uniones covalentes con la resina durante el proceso de polimerización generando una adecuada interfase resina - partícula de relleno. ¹⁸



Fueron probados otros agentes de conexión tales como el 4-META, varios titanatos y zirconatos, pero ninguno de ellos demostró ser superior al metacriloxipropiltrimetoxisilano.

En la actualidad las resinas compuestas son el material de restauración más usadas en el mundo y se han desarrollado múltiples resinas. El sistema de activación fue cambiado de química a una activación física, la que se obtiene mediante calor (sistemas indirectos de termocurado) o mediante luz visible (sistemas directos e indirectos de fotocurado), donde el operador domina el tiempo de trabajo, de acuerdo a su voluntad dependiendo de la situación clínica. Las principales ventajas de las resinas compuestas son:

- Mayor firmeza de color.
- Destacadas propiedades estéticas.
- Gran resistencia a la fractura y desgaste.
- Gran fuerza de adhesión a las estructuras dentarias.
- Radiopacidad.
- Fácil manejo clínico, acabado y pulido.¹⁵

La presentación comercial de las resinas compuestas es, en jeringa opaca con pasta única, acondicionada para ser fotoactivada por la fuente lumínica. La pasta posee una viscosidad notable lo que dificulta la integración de aire en la resina al momento de manipularla. Antiguamente esto fue un problema para las resinas compuestas con un sistema de activación química, es decir, de autocurado.⁴

1.1.2.4. Clasificación de las Resinas Compuestas.

1.1.2.4.1. Clasificación según el tipo de monómero que compone la matriz

A. Bis-GMA: Bisfenol-glicidil metacrilato. Tiene un grupo activo a cada extremo de su cadena, una de sus características principales, es su gran viscosidad y su alto peso molecular.

B. DMU o UDMA: Dimecricrato de uretano. Tiene la cadena molecular más larga que la anterior, es una matriz con mayor fluidez y pegajosa.

C. Mixta: Son aquellos que combinan varios tipos de monómeros en distintas proporciones, con el objetivo de mejorar las propiedades de los materiales, como tener una mejor manipulación.

D. Silorano: Sustituye a los monómeros convencionales de metacrilato, está compuesto por siloxano y oxirano, que son moléculas hidrófobas y tienen menor contracción. Muy aparte de resolver el problema de la contracción, es un material que posee propiedades mecánicas casi similares al de la pieza dental para poder garantizar una restauración.¹⁹

1.1.2.4.2. Clasificación según su Sistema de activación.

A. Resina Compuesta de Autocurado.

Es un procedimiento de activación química, una amina terciaria aromática es quien activa la reacción de polimerización, que al actuar sobre el peróxido de benzoilo, facilitando la producción de radicales ¹⁴ libres que reaccionarán sobre el monómero en el inicio del proceso, a temperatura ambiente.

B. Resina Compuesta de Fotocurado.

Está relacionado a los sistemas activados por luz visible. En dichos sistemas una luz halógena, de longitud entre los 410 y 500 nm, activa a una α - dicetona, la canforoquinona, que, en presencia de una amina alifática, inicia la acción de polimerización.²⁰ En otras palabras, los fotones actúan sobre la canforoquinona, que va liberando radicales libres, los que a su vez inician el proceso de polimerización del monómero presente.² Las resinas compuestas fotocuradas tienen muchas ventajas en comparación a las resinas compuestas de auto polimerización, de las cuales se puede mencionar la baja cantidad de monómero residual que se encuentra después del proceso de polimerización, polimerización más rápida, buena capacidad de la luz para atravesar las estructuras dentarias, y proporcionar una mayor firmeza de color.²¹

C. Resina Compuesta de Activación dual.

Está relacionado al juntar de distintos sistemas de polimerización, tales como calor - presión, luz - presión, calor - luz, o foto - auto polimerizable, siendo esta última combinación la más utilizada en las resinas compuestas destinadas a la fijación de estructuras indirectas en boca.²²

D. Resina Compuesta Termoactivas.

Relacionado a la activación por calor o por un alza en la temperatura del material anteriormente moldeado y por esta razón son empleadas principalmente como material para la confección de estructuras indirectas. Sin

embargo, la clasificación más usada para las resinas compuestas es aquella basada en el tamaño de sus partículas de relleno. ^{5,23}

1.1.2.4.3. Clasificación según su Consistencia.

A. Resina Compuesta Convencional.

Relacionado a un grupo de resinas compuestas que poseen una viscosidad intermedia. Esta característica es proporcionada por la cantidad de relleno presente en su estructura, la que corresponde a un 72% - 82% en peso, y a un 60% - 68% en volumen. Poseen menor desgaste, alta elasticidad y resistencia a la fatiga. ⁶

B. Resina Compuesta Condensable.

Relacionado a las resinas compuestas con una estructura similar a la de cualquier resina, donde la porción inorgánica o de relleno está conformada por el 77% a 83% en peso y 65% a 71% en volumen. ²⁴ Tienen una malla polimérica rígida (fibras cerámicas porosas silanizadas conectadas entre sí que permiten el infiltrado de la matriz orgánica entre ellas), lo que ofrece una viscosidad parecida a la de amalgama, relacionado al alto contenido de relleno. Son muy resistentes al desgaste y al estrés, con una alta medida de elasticidad que las hace actuar como resinas rígidas. ²⁵

C. Resina Compuesta Fluida.

Son resinas compuestas de baja viscosidad, es decir, más fluidas que la resina compuesta convencional. Para poder tener esta característica, se les minorizó el porcentaje de relleno inorgánico y se descartó de su composición

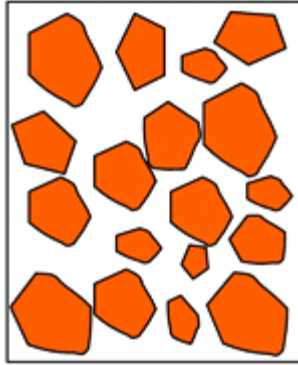
algunas sustancias o modificadores reológicos, para mejora su manipulación. La cantidad de relleno que poseen es de 51% a 65% en peso y de 36% a 50% en volumen. Esto les atribuye una menor elasticidad y una gran flexibilidad. Son de sencillo pulido y tienen una baja resistencia al desgaste. ²⁶

1.1.2.4.4. Clasificación en relación al tamaño y distribución de las partículas.

A. Resina Compuesta de Macrorelleno.

También conocidas como resinas convencionales o de primera generación. Contienen relleno de cuarzo y vidrio de estroncio o bario, están compuestas por partículas con un tamaño de 10 – 50 μm de relleno inorgánico muy irregulares. Pero presentaban varios problemas, tales como:

- La porosidad superficial, producto del aire retenido dentro de la resina compuesta durante su manipulación.
- Problema para lograr una adecuada superficie pulida, esto era causado principalmente al diferente ritmo en el desgaste de las partículas de relleno inorgánicas respecto a la fase matriz, debido a que ambas poseen diferentes grados de dureza, y también, por la diversidad del tamaño de las partículas de relleno. ^{27,28}
- Poco brillo superficial, mayor susceptibilidad a la pigmentación, producción de desgaste a la pieza antagonista y alta rugosidad superficial. ²⁹



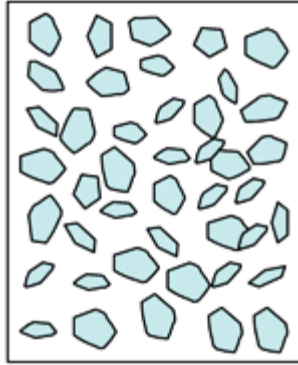
B. Resina Compuesta de Microrelleno.

También conocidas como resinas compuestas de acabado fino, surgen como una alternativa a la resina anterior. Contienen relleno de sílice coloidal, las cuales poseen un tamaño más uniforme, están compuestas por partículas con un tamaño de 40 - 50 nm.

Por el tamaño de las partículas, el relleno aumenta en gran cantidad en el área de su superficie en contacto con los monómeros, es por ello que no se pueden agregar en gran porcentaje, ya que aumentarían altamente su viscosidad. Esto supone una pérdida de las propiedades mecánicas de la resina compuesta. ^{9,17}

Estas resinas compuestas de microrelleno, tienen una mejor terminación en el sector anterior a comparación del sector posterior, debido a que hay menor fuerza masticatoria.

- Permiten una adecuada capacidad de pulido y brillo superficial, por lo que son altamente estéticas.
- Cuando son utilizadas en el sector posterior, se observan las desventajas, debido a sus malas propiedades mecánicas y físicas (alto porcentaje de sorción acuosa, mayor coeficiente de expansión térmica y menor módulo elástico). ²⁵



C. Resina Compuesta Híbrida.

Llamadas así debido a que están reforzadas por una fase inorgánica de vidrios de distintas composiciones y tamaños.³⁰ Dicho tamaño de partícula de relleno en estas resinas híbridas está conformado entre 10 – 50 μm + 40 nm, constituyendo un 75 a 80% aproximadamente de la resina compuesta, utilizado en la actualidad.³¹

Este tipo de resinas busca acoplar las propiedades físicas y mecánicas de los sistemas de partículas convencionales y la capacidad de pulido de los sistemas de partículas de microrelleno, mostrando resultados intermedios entre ambos sistemas. Esta técnica híbrida proporciona una alta carga de relleno en la resina compuesta, lo cual recuperará gran parte de las propiedades mecánicas que se habían desaparecido con los sistemas de microrelleno, sin embargo, no logran igualar su buena capacidad de pulido.

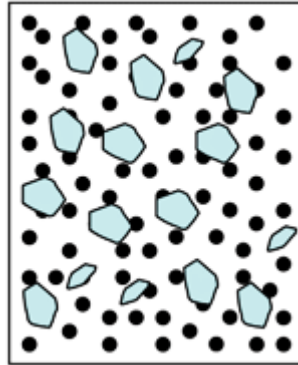
28,32

Presentan muy buenas propiedades como:

- Mucha variedad de colores (mimetización).
- Baja contracción de polimerización.
- Baja absorción acuosa.

- Desgaste por abrasión y expansión térmica semejante al tejido dentario.¹⁵

Pueden utilizarse tanto en piezas dentarias anteriores como posteriores.²⁵



D. Resina Compuesta Microhíbrida.

Para mejorar aún más las propiedades físicas, mecánica y estéticas de estos materiales, surgen los sistemas de resinas compuestas microhíbridas. Estas resinas compuestas están constituidas por partículas de relleno entre los 0.6 - 1 μm + 40 nm. Presenta alta capacidad de pulido, su brillo superficial se pierde muy rápido y tiene buena resistencia al desgaste por abrasión.²³

E. Resina Compuesta de Nanorelleno.

Gracias a los avances tecnológicos, las resinas compuestas contienen partículas de relleno con tamaños cada vez más pequeños entre 5 - 100 nm, pero con procesos en el que permitan agregarlas en un mayor porcentaje.

Poseen:

- Muy buena resistencia al desgaste debido al tipo de relleno de estroncio vítreo.

- Proporciona un pulido de larga duración de la resina compuesta, similar a las resinas de microrelleno, pero conservando las propiedades físicas y de resistencia mecánica.
- Proporciona mayor translucidez.
- Se pueden utilizar tanto en el sector anterior como en el posterior.

Con el desarrollo de la clasificación de las resinas compuestas, se conoce que el tamaño y tipo de partícula de relleno incurre evidentemente en aspectos mecánicos y estéticos de las resinas.³³

F. Resina Compuesta Nanohíbridas.

Estas resinas compuestas han generado mucho desconcierto al tratar de clasificarlas y describir sus características clínicas, pues muy diferentes a las resinas de nanorelleno. Según Vargas, actualmente se viene manejando el término "nanohíbridas", que quiere decir la integración de nanopartículas dentro de un material microhíbrido. El tamaño de partículas está entre 0.6 – 1 μm + 5 – 100 nm, a diferencia de las de nanorelleno no tienen un nanoclúster, que esté constituido por nanopartículas en forma de racimo, en reemplazo de este poseen un microrelleno promedio de 0.7 μm .

Dichas partículas actúan como base para las nanométricas y establecen:

- Viscosidad al material.
- Normalizan la consistencia.
- Otorgan el color y la radiopacidad.³⁴

Precisamente, las diferentes formas de otorgar ese soporte a las nanopartículas son la diferencia más resaltante e importante con respecto a la variedad de desarrollos comerciales.

La contribución clínica de estos materiales es similar a los de nanorelleno, pero su diferencia reside en lo que alude a la pérdida de su partícula de soporte (microhíbrido), que frente a una acción abrasiva genera un efecto de "desplume" completo, ocasionando: ²

- Buen pulido y por ende una superficie lisa.
- Conservación del brillo.

1.1.2.5. Propiedades de las Resinas Compuestas.

1.1.2.5.1. Resistencia al Desgaste.

Es la capacidad que adquieren las resinas compuestas de soportar el deterioro de su superficie, como resultado del contacto con la pieza antagonista, con los alimentos, por las cerdas de los cepillos dentales, bruxismo, entre otros. Esto no perjudica instantáneamente, sin embargo, produce la pérdida de la forma anatómica de las restauraciones, afectando también su tiempo de duración. ¹⁰

La resistencia al desgaste depende primordialmente de la estructura, tamaño y composición de las partículas de relleno inorgánico, así como de la ubicación de la restauración en la arcada dental y el vínculo de contacto oclusal que posean.

En cuanto más sea el porcentaje de relleno inorgánico, tendrá, mayor dureza de sus partículas y a la vez, tendrá baja abrasividad. Debido a que el módulo elástico que presentan las resinas compuestas es menor que el de las partículas de relleno, por ello, estas son más resistentes al desgaste y aprietan a las moléculas de la matriz en las situaciones de presión. Este proceso causa

el desprendimiento de las partículas de relleno, dejando expuesta la matriz y por ende su desgaste.³⁵

El desgaste de la superficie de las resinas compuestas representa una de las desventajas de este tipo de materiales. Y las desventajas aumentan considerablemente con la dimensión de la restauración, pero también clínicamente que puede acelerar el proceso, tales como la oclusión traumática, mala manipulación del material y el pulido.

1.1.2.5.2. Dureza

La dureza es un estado de la superficie del material, está estrechamente relacionada con las propiedades elásticas y plásticas de dicho material. De esta manera tenemos algunas definiciones son:³⁶

- Resistencia a la Indentación permanente bajo cargas estáticas o dinámicas (dureza por penetración).
- Absorción de energía bajo cargas de impacto o dinámicas (dureza por rebote). Resistencia a la abrasión (dureza por desgaste).
- Resistencia al rayado (dureza por rayado).

Independientemente de las definiciones enumeradas, en general, se entiende por dureza la propiedad que tienen los materiales de resistir la penetración de un indentador bajo carga. En este sentido definiremos dureza como la resistencia de un material a la deformación plástica localizada.³⁷

1.1.2.5.3. Variación Dimensional Térmica.

Es la variación de un material cuando su temperatura cambia. Lo que se busca es que el coeficiente de la restauración con resina sea lo más parecido posible al de los tejidos dentarios. En caso contrario, cuando se origina una alteración brusca de la temperatura bucal (por ejemplo, al comer hielo) la restauración con resina se contraerá o encogerá más a comparación de la pieza dentaria, produciendo una tensión que puede ocasionar una separación a nivel de interface diente-restauración con los fluidos bucales en este espacio sobrante. Al regularizarse la temperatura bucal, ⁸ la restauración vuelve a su volumen inicial, expulsando de la interface los fluidos bucales que se habían introducido. Al suceder esto constantemente, se irá generando un bombeo con absorción y expulsión de fluidos. Este fenómeno se conoce como percolación y puede traer como resultado caries recidivante o también inflamación de la pulpa. ¹⁸ El fenómeno de percolación siempre está vigente en mayor o menor medida, de acuerdo a la semejanza de los coeficientes de variación dimensional térmica de la pieza dentaria y del material de restauración. ¹⁵

1.1.2.5.4. Textura Superficial.

Se refiere a la homogeneidad de la superficie del material de restauración, es decir, la superficie lisa de las resinas compuestas está estrechamente relacionada con:

- La estructura, tamaño y tipo de las partículas de relleno inorgánico. ³⁵
- El acabado y pulido del material.

Debido a que una resina porosa o áspera va a fomentar la acumulación de placa bacteriana, causando irritación en los tejidos gingivales. Por ello con el pulido se evita la adhesión de placa bacteriana, se quita la capa inhibida y de esta manera se extiende el tiempo la restauración de resina compuesta. ³⁸

1.1.2.5.5. Conductividad Térmica.

La conductividad térmica de un material es la cantidad de calor, en calorías o Joules. ³⁹ La matriz orgánica o resinosa y el relleno inorgánico son malos conductores térmicos, entonces, frente a cambios térmicos en la cavidad bucal, la restauración con resina no cambiará de temperatura tan rápidamente como la estructura dentaria. Pero se puede observar que los sistemas convencionales poseen una conductividad térmica tres veces más alta que los sistemas de microrelleno, debido a la mayor conductividad del cuarzo que éstas poseen, y a la mayor probabilidad de contacto partícula – partícula que existe al utilizar rellenos de mayor tamaño. ³⁸

1.1.2.5.6. Sorción Acuosa.

Conocido también como degradación hidrolítica. Esta propiedad determina la cantidad de agua penetrada sobre la superficie y la absorbida al interior del material de la resina. ¹⁵

El ingreso de agua en la resina compuesta, puede causar solubilidad de la matriz, perjudicando a las propiedades de la resina a nivel de la fase orgánica, quiere decir que, a mayor cantidad de relleno, menor será la sorción de agua. Debe existir, además, una buena adhesión entre la fase de matriz orgánica y la fase dispersa o partículas de relleno, mediante el agente de unión, ya que,

si ésta se encuentra estropeada, aumentará la porción acuosa y como consecuencia su expansión higroscópica.¹⁸

1.1.2.5.7. Módulo de la Elasticidad.

Señala la rigidez de un material dado. Un material con una elasticidad mayor será más rígido, a comparación de un material con elasticidad menor será más flexible. Para las resinas compuestas, esta propiedad va a depender directamente de la cantidad de relleno y el tamaño. En conclusión, a mayor tamaño y cantidad de relleno, mayor será la elasticidad.³⁹

1.1.2.5.8. Resistencia a la Fractura.

Es la rigidez necesaria para causar una fractura, que se corrobora durante la masticación, ya que durante este acto la resina se ve expuesta.

Las resinas compuestas presentan diferentes resistencias a la fractura y va a depender del tamaño y de la cantidad de partículas de relleno, es decir que, a mayor tamaño y cantidad de relleno, mayor será la resistencia.

Las resinas compuestas de alta viscosidad poseen gran resistencia a la fractura.³⁵

1.1.2.5.9. Resistencia a la Compresión y a la Tracción.

La resistencia a la compresión y a la tracción son muy parecidas a la dentina. Está directamente relacionado con la cantidad y tamaño de relleno inorgánico, mientras mayor sea el tamaño y la cantidad de partículas, mayor será la resistencia a la compresión y a la tracción.⁴⁰

Las resinas compuestas híbridas poseen mayor resistencia a la compresión a comparación de la que son de microrelleno, debido a que estas últimas no logran integrar en su mezcla una mayor cantidad de partículas de relleno.

Por otro lado, resinas compuestas híbridas poseen una más resistencia a la compresión que las resinas convencionales, debido a la disminución del tamaño de la partícula. ³⁸

1.1.2.5.10. Estabilidad de Color.

Las resinas compuestas padecen cambios de color debido a manchas superficiales (procedente principalmente de alimentos y cigarrillos) y decoloración en el interior (producto de una foto oxidación de los contribuyentes de la resina). ²

Cabe resaltar que las resinas fotopolimerizables tienen mayor estabilidad con respecto al cambio de color, que aquellas que son químicamente activadas. ⁴

1.1.2.5.11. Radiopacidad.

Un requerimiento de los materiales de restauración de resina es la integración de elementos radiopacos como: bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio y lantano.

El grado de radiopacidad mayor al del esmalte, puede permitir al diagnóstico de caries alrededor o debajo de la restauración. ¹³

1.1.2.5.12. Contracción de Polimerización.

La contracción de polimerización es la gran desventaja de los materiales de restauración de resina. Los monómeros de la matriz de una resina compuesta

se encuentran separadas antes de polimerizar por una distancia promedio de 4 nm, luego de la polimerización la distancia se acorta a 1.5 nm, como consecuencia provoca una disminución en el volumen del material. ⁴⁰

La contracción de polimerización de las resinas, es un desarrollo complejo en el cual se originan fuerzas internas en la configuración del material cuando se adhiere a las superficies de las piezas dentarias, estas se van a transformar en tensiones, provocando: ⁴¹

- Deformación externa del material sin afectar la interfase adhesiva (si se encuentran superficies libres donde el material no está adherido).
- Brechas en la interfase diente-restauración.
- Fractura cohesiva del material restaurador. ¹⁶

1.1.3. Resinas Compuestas Usadas en el Estudio.

1.1.3.1. Filtek Z350 XT® (3M)

Es una resina que se activa por luz, universal debido a que es utilizada en restauraciones anteriores y posteriores.

Indicaciones de uso:

- Restauraciones directas anteriores y posteriores (incluyendo superficies oclusales).
- Restauraciones indirectas (incluyendo inlays, onlays y carillas)
- Para reconstruir muñones.
- Para realizar ferulizaciones. ⁴²

La matriz contiene monómeros Bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA. Para controlar la contracción, PEGDMA fue sustituida por una porción de resina TEGDMA y posee un nanorelleno.

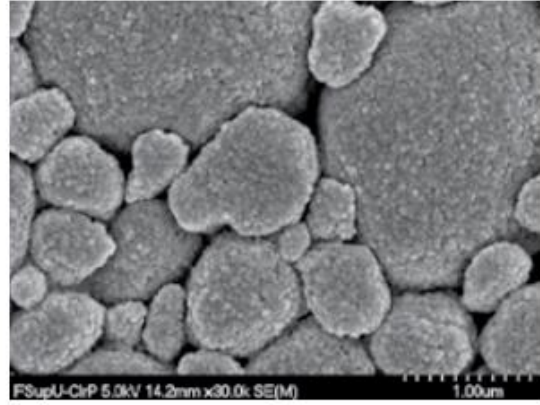
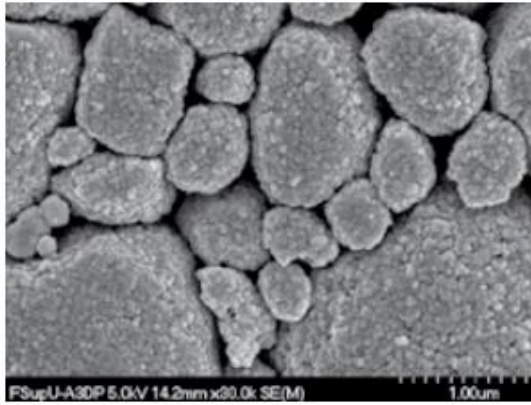
El relleno está compuesto por una combinación de relleno de sílice no agregado / no aglomerado de 20nm, relleno de zirconio no agregado / no aglomerado de 4 -11nm y un relleno cluster agregado de zirconio/sílice de 0.6 a 10 μ para los tonos de esmalte, dentina y cuerpo y 0.6 a 20 μ para los tonos translúcidos. La carga de relleno inorgánico es de 55.6% por volumen para tonos translúcidos y 63.3% por volumen para el resto de tonos.

En el mercado peruano se encuentran disponibles los tonos de cuerpo A1, A2, A3, B2 y esmalte A2, en presentaciones de jeringas.

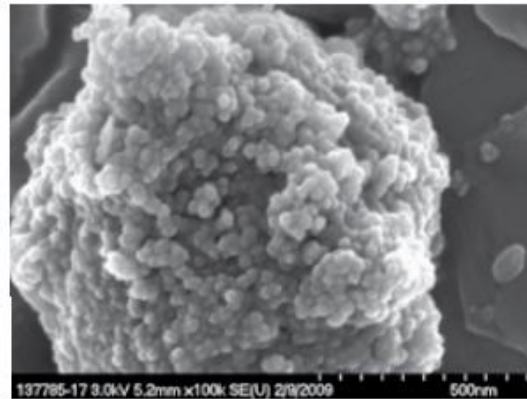
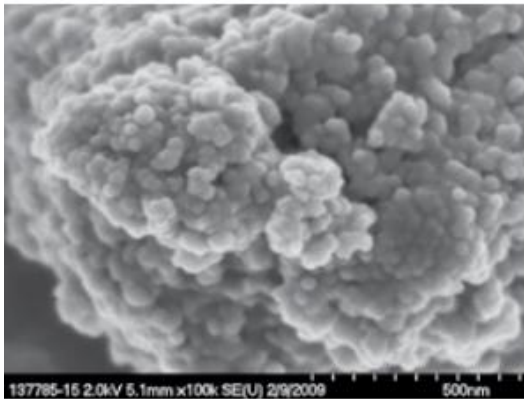
1.1.3.1.1. Relleno Inorgánico

3M fabrica materiales de relleno usando un procedimiento de sol – gel, estos líquidos son procesados química y mecánicamente para producir partículas, sumado a esto, 3M descubrió una manera de innovar el proceso de fabricación, donde se forman los clusters, para generar menos sinterización. Los nanoclusters (nanopartículas aglomeradas sueltas) se generan en varios tamaños, lo que posibilita una carga más alta de relleno. Debido a que las partículas están menos sinterizadas, ayudó a que el tamaño del cluster sea mayor a comparación de Filtek™ Z350 Restaurador Universal.

Los nanoclusters poseen una integridad estructural que brinda una excelente resistencia a la fractura y al desgaste. ⁴³



Nanoclusters a 30,000x de Filtek Z350 XT® (3M)
Izquierda: tonos de esmalte, dentina y cuerpo (DEC)
Derecha: tonos translúcidos (T)



Nanoclusters a 100,000x de Filtek Z350 XT® (3M)
Izquierda: tonos de esmalte, dentina y cuerpo (DEC)
Derecha: tonos translúcidos (T)

MICRORELLENOS

Los microrrellenos tradicionales están conformados de vapores de sílice con un tamaño promedio de partícula de 0.04μ . Las partículas primarias tienden a agregarse (el grado de agregación varía, dependiendo del material de relleno utilizado en el producto de microrrelleno).

Las partículas agregadas pequeñas son difíciles de lograr. La estructura de estos agregados da como resultado una carga de relleno relativamente baja.

Muchos fabricantes de microrrellenos agregan a su composición partículas de relleno de resina prepolimerizada para aumentar la carga de relleno.

El relleno prepolimerizado se obtiene agregando el relleno hecho de vapores de sílice a la resina. Esta mezcla se polimeriza y después se pulveriza para formar partículas. Dichas partículas pulverizadas son agregadas a más resina, y al relleno hecho de vapores de sílice.

Pese a emplear este proceso, los microrrellenos tiene una carga de relleno menor que los híbridos, lo que da como resultado una menor resistencia a la fractura y al desgaste. Los grupos residuales de metacrilato enlazan las partículas prepolimerizadas a la matriz de resina. La efectividad de este enlace está relacionada por la cantidad de enlaces dobles residuales en las superficies de estas partículas. Durante la polimerización del relleno prepolimerizado la reacción se aproxima a su término.

Por ello, el enlace de las partículas de relleno prepolimerizadas a la resina es más débil que lo deseado y muchas fallas ocurren en esta interfase. Adicionalmente, los microrrellenos tradicionales que solo contienen un relleno de sílice no son radiopacos. Estas propiedades han limitado la utilidad de los microrrellenos, especialmente en la región posterior.⁴³

1.1.3.2. Palfique LX5® (Tokuyama)

Es una resina que se activa por luz, universal debido a que está diseñada para restauraciones anteriores y posteriores. La matriz contiene monómeros Bis-GMA, TEGDMA, UDMA y Bis.MPEPP, posee supra-nanorelleno de baja contracción.

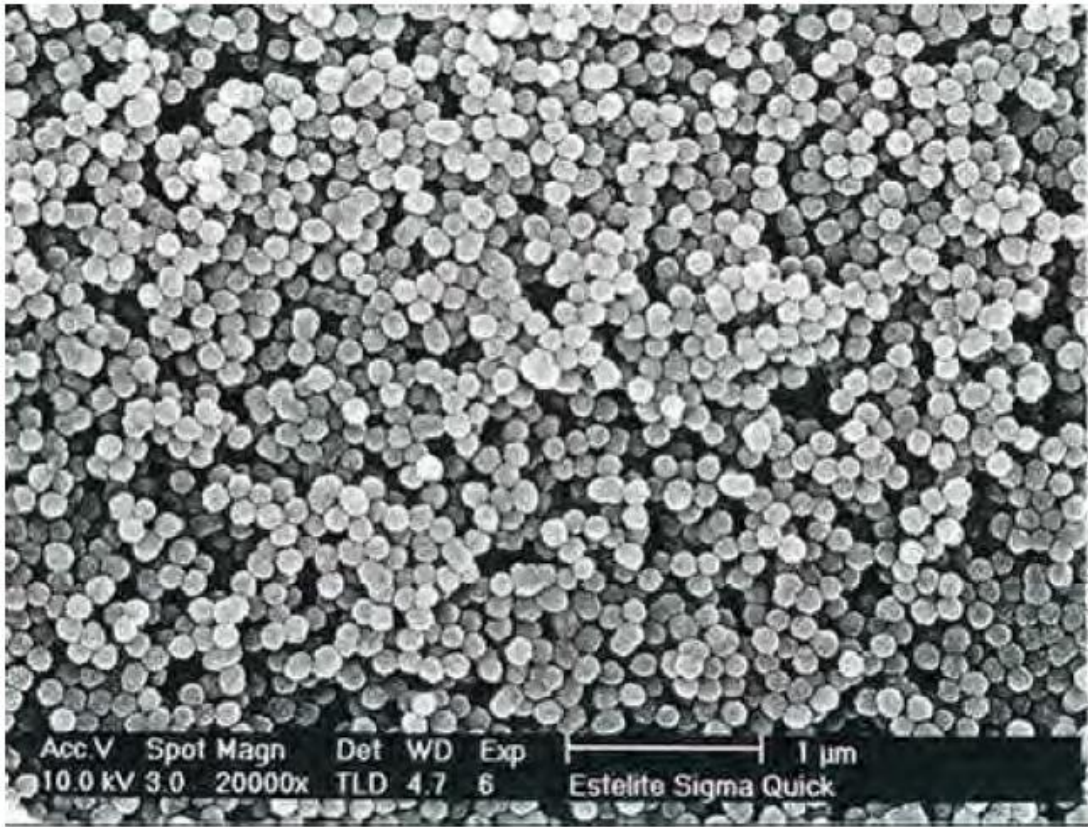
En el mercado peruano se encuentran disponibles los tonos standard (A1, A2, A3, A3.5, A4, A5, B2), de esmalte (CE, WE), opalescente (OA1, OA2, OA3, BW) y opacos (OPA2). Estas masas están clasificadas de acuerdo a una opacidad incremental: esmalte 45%; standard 55%; opalescentes 65%, opaco 75%.

1.1.3.2.1. Relleno Inorgánico

Poseen un relleno esférico homogéneo monodisperso que produce una superficie de alto brillo y el uso de la tecnología RAP® que permite su polimerización en 10 segundos con una intensidad mínima de 400mW/cm².

Posee una tecnología patentada de partículas de relleno supra-nano esféricas monodispersas de óxido de sílice y dióxido de zirconio de 0.2µm. Emplean el método sol – gel para la fabricación de este relleno, que permite crear núcleos de partículas en un solvente orgánico, permitiendo un relleno uniforme y de forma esférica.

- Los diámetros de las partículas de relleno son homogéneos y se puede controlar conforme los tiempos de reacción de la síntesis de relleno.
- Tiene relleno supra-nano esféricas monodispersas de óxido de sílice y dióxido de zirconio de 0.2µm. ⁴⁴



Estelite Σ Quick a 20,000x

1.2. INVESTIGACIONES

RANDOLPH et al (2016), realizaron un estudio descriptivo de corte transversal, el objetivo de este estudio fue describir las características de relleno (tamaño, contenido, geometría, composición) de una selección de RBCs, con la finalidad de identificar correlaciones con las propiedades físico-mecánicas y probar la relevancia de la clasificación actual. La muestra constó de 17 RBCs comerciales y se analizaron mediante difracción láser y / o microscopía electrónica. Se encontró que altos contenidos de relleno inorgánico (> 75% en peso) se asociaron con las propiedades mecánicas más altas (Eflex y flex > 12 GPa y 130 MPa, respectivamente) y la menor sorción de solvente (~0.3%).

GARCIA et al (2015), realizó un estudio descriptivo de corte transversal, el objetivo de este estudio fue comparar la microdureza Vickers (VHN) de cuatro resinas compuestas comerciales con diferentes rellenos, disponibles con muestras y métodos estandarizados. La muestra constó de 4 resinas: resina microhíbrida [Feeling Lux (Viarden) y Amelogen Plus (Ultradent)], resina híbrida [Te-Econom Plus (Ivoclar)] y resina nanohíbrida [Filtek Z350 (3M ESPE)]. Los resultados mostraron los valores de VHN correspondieron de la resina más dura a la más suave como se muestra a continuación: Filtek Z350 (71.96±6.44) (p Amelogen Plus (59.90±4.40) (p Feeling lux (53.52±5.72) > Te-Econom Plus (53.26±5.19). La dureza de las resinas compuestas convencionales evaluadas puede soportar las fuerzas masticatorias pero las resinas compuestas nanohíbridas mostraron una mejor microdureza Vickers

que clínicamente puede resultar como una adecuada opción para restaurar tratamientos mínimamente invasivos.

LOPEZ (2015), realizó un estudio descriptivo de corte transversal, el objetivo de este estudio fue comparar la microdureza superficial de dos resinas nanohíbridas, aplicadas en bloque – in vitro. La muestra constó de bloques cilíndricos de 8mm de diámetro por 4 mm de altura, 10 fueron elaborados con resina nanohíbrida Sonic Fill™ (resina A) y 10 con la resina Tetric Evoceram® BulkFill (resina B), siendo polimerizadas por LED a 20 segundos para luego ser almacenadas en suero fisiológico a 37°C durante 24h. Los resultados mostraron que el grupo de resina compuesta A, presentó un promedio de microdureza superficial de 72.78, mientras que el grupo de la resina B, presentó un promedio de microdureza de 51.54.

SALAS (2013), realizó un estudio descriptivo de corte transversal, el objetivo de este estudio busca evaluar la microdureza superficial “in vitro” de dos materiales restauradores; una resina de metacrilato FILTEK Z350XT y una resina de silorano FILTEK P90. La muestra constó de 10 cilindros de 6mm de diámetro por 6mm de altura de cada uno de los materiales en estudio, siendo polimerizadas por LED a 40 segundos para luego ser almacenadas en agua destilada a 37°C durante 24h. Se realizó la medición de la microdureza de todas las muestras con un microdurómetro aplicando una carga de 500gr por 10 segundos para finalmente ser observados en un microscopio a 20x. Los resultados mostraron que el grupo de resina de metacrilato Z350XT tuvo un promedio de microdureza superficial de 86.40 Kg/mm², mientras que el grupo

de la resina de silorano P90 presentó un promedio de microdureza de 84.64 Kg/mm².

SABATINI (2013), realizó un estudio analítico de corte longitudinal, el objetivo fue evaluar la microdureza de la superficie de ocho resinas compuestas polimerizadas a la luz, basadas en metacrilato, disponibles comercialmente, con diferentes rellenos. Se utilizaron ochenta muestras en forma de disco se prepararon usando un molde de teflón dividido (6 × 2 mm) y se irradiaron con el QTH (Elipar 2500; 600 mW / cm²) durante 20 segundos o un LED (Bluephase G2; 1,200 mW / cm²) para 40 segundos. Los valores de microdureza se registraron utilizando un medidor de dureza Vickers a una carga de 300 g durante 15 segundos, inmediatamente después de la polimerización, después de 24 horas, y después de tres meses de envejecimiento en agua destilada a 37 ° C. Los resultados demostraron un efecto significativo del compuesto y la interacción de la LCU compuesta en la microdureza (P <0,05). A las 24 horas, solo la variable compuesta mostró un efecto significativo en los valores de dureza (P <0.05). Después de tres meses, el compuesto, la LCU y la interacción compuesta-LCU demostraron un efecto significativo sobre la microdureza (P <0.05).

VALVERDE et al (2012), realizó un estudio descriptivo de corte transversal, el objetivo de esta investigación fue evaluar la microdureza superficial de dos resinas compuestas de uso habitual en la Caja Costarricense de Seguro Social. Se utilizaron discos de 10 mm x 2 mm de las resinas Z350 (3M ESPE®) y TPH3 (DENTSPLY®) fotopolimerizadas con dos lámparas de fotocurado.

Los especímenes fueron almacenados en agua destilada por 24 horas a 37 °C. Se realizaron 5 indentaciones para evaluar la microdureza superficial Vickers. Los resultados de la Microdureza superficial Vicker (HV) fue de 113,33HV con la lámpara Hilux® Optimax y 108,33 HV con la lámpara Hilux® 250 para la resina compuesta Filtek Z350; 91,89 HV con la lámpara Hilux® Optimax y 90,21 HV con la lámpara Hilux® 250 para la resina TPH3. No existe diferencia estadísticamente significativa entre las lámparas de fotocurado ($p = 0,243$) pero si entre las resinas compuestas ($p \leq 0.000$).

1.3. MARCO CONCEPTUAL

- **RESINA COMPUESTA:** También conocido como composites, son materiales sintéticos conformados por moléculas de distintos elementos. Estas moléculas forman estructuras con alta resistentes y a la vez livianas. Está compuesta por una matriz orgánica y el relleno inorgánico, ambas unidas por una agente de conexión o acoplamiento.
- **RELLENO INORGÁNICO:** Los rellenos son usados en las resinas compuestas dentales para proporcionar resistencia, incrementar la rigidez, disminuir los cambios dimensionales cuando las resinas son calentadas o enfriadas, disminuir la contracción, proveer radiopacidad, mejorar la estética y la manipulación. En general, las propiedades físicas y mecánicas de estas resinas son mejoradas en relación directa a la cantidad de relleno adicionado.
- **DUREZA:** La dureza es un estado de la superficie del material, está estrechamente relacionada con las propiedades elásticas y plásticas de dicho material. Se refiere a su resistencia relativa y a la indentación. En conclusión, la dureza es una medida de la resistencia a la deformación plástica y se mide como la fuerza por unidad de superficie de indentación.
- **MICRODUREZA:** Se refiere a las huellas dejadas por el indentador sobre las superficies de los materiales que se estudian.
- **FUERZA:** Resistencia que presenta un cuerpo.

- **VICKERS:** Se obtiene de la carga aplicada por la superficie del material. Sin embargo, en este ensayo se utiliza una carga pequeña y el penetrador es un diamante en forma de pirámide. Se emplea principalmente en materiales de gran dureza y de las piezas con secciones muy pequeñas, o en capas muy finas.
- **NÚMERO VICKERS:** Número que indica el grado de dureza relativa de un material determinado, midiendo las diagonales mayores de las indentaciones, como resultado de presionar un diamante en forma de pirámide de base cuadrada (Indentador de dureza Vickers) sobre la superficie del material a prueba bajo una carga específica, poniendo en manifiesto la dureza del material.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL

¿Cómo se asocia la dureza superficial de las resinas compuestas en relación al tamaño de las partículas de relleno?

2.1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo se asocia la dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) en relación al tamaño de las partículas de relleno?
- ¿Cómo se asocia la dureza superficial de la resina Palfique LX5® (Tokuyama) en relación al tamaño de las partículas de relleno?
- ¿Existe diferencia entre la dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) y la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama)?

2.2. FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1. FINALIDAD

La presente investigación tiene como finalidad identificar dentro de las propiedades físicas - mecánicas a la dureza superficial de las resinas compuestas comercializadas en Perú en relación al tamaño de las partículas de relleno inorgánico. De manera que nos permita brindar a los pacientes

buenos pronósticos, ya que siempre ha sido una preocupación para clínicos e investigadores la longevidad de las restauraciones en boca, debido a que, si la dureza es afectada se producirá una disolución de la matriz orgánica, dejando expuesto el relleno y por ende provocando el deterioro de la restauración y a la vez aumenta la rugosidad superficial.

Es en este contexto que el presente trabajo analizó dos resinas compuestas: Palfique LX5® de Tokuyama (supra-nanorelleno) y Filtek Z350 XT® de 3M (nanorelleno) determinando primero, la composición del relleno inorgánico de ambas resinas según la información del fabricante respectivamente; segundo, analizando la dureza superficial aplicándole una fuerza constante mediante el durometro Vickers, de tal manera se recolectaron los resultados y se compararon los valores para determinar que resina compuesta es el de elección óptima por el operador, para asegurar el éxito de las restauraciones en boca.

2.2.2. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

2.2.2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la dureza superficial de las resinas compuestas en relación al tamaño de las partículas de relleno.

2.2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) en relación al tamaño de las partículas de relleno.
- Determinar la dureza superficial de la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama) en relación al tamaño de las partículas de relleno.

- Determinar la diferencia entre la dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) y la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama).

2.2.3. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en el semestre académico 2019-0, periodo comprendido entre los meses de noviembre y febrero del año en mención constituyéndose así los límites temporales del estudio. El estudio se llevó mediante la determinación del tipo de relleno inorgánico según la información del fabricante y bajo el modelo experimental, la medición del efecto de resistencia a la fuerza de las resinas compuestas Filtek Z350 XT® de 3M (nanorelleno) y Palfique LX5® de Tokuyama (supra-nanorelleno) comercializadas en Perú, las cuales se sometieron a fuerzas aplicadas por el durómetro Vickers.

2.2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

Actualmente existen muchas resinas compuestas, a nivel odontológico nos sugieren un mayor estudio en cuanto a la eficacia, dureza y por ende resistencia al desgaste en piezas dentales, sobre todo en el sector posterior. Con el transcurso del tiempo se han desarrollado una variedad de estudios de las diferentes propiedades físico-mecánicas. Una de ellas es la dureza superficial, la cual está relacionada con su resistencia al desgaste progresivo. Por ello se considera necesario realizar la evaluación de la dureza de los materiales ya mencionados anteriormente en relación al tamaño de las partículas de relleno inorgánico, con la finalidad de brindar al operador una

razón fundamentada y no empírica para la elección de una resina basada en esta propiedad, logrando así, la satisfacción de realizar un buen trabajo a nivel personal.

2.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.3.1. HIPÓTESIS PRINCIPAL Y ESPECÍFICAS

2.3.1.1. HIPÓTESIS PRINCIPAL

La dureza superficial de las resinas compuestas se relaciona significativamente al tamaño de las partículas de relleno.

2.3.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) se relaciona significativamente al tamaño de las partículas de relleno.
- La dureza superficial de la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama) se relaciona significativamente al tamaño de las partículas de relleno.
- Existe diferencia significativa entre la dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) y la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama).

2.3.2. VARIABLES E INDICADORES

En la presente investigación participan las siguientes variables con sus respectivos indicadores:

A. Variables de Estudio:

- **Variable Independiente:**

- Tamaño de las partículas de Relleno.

- **Indicadores:**

- Guía de procedimiento clínico.

- **Variable Dependiente:**

- Dureza Superficial.

- **Indicadores:**

- Durómetro Vickers.

La evaluación de las variables se llevó a cabo mediante la definición operacional de las variables, en la cual se establece la descomposición de las variables en sus dimensiones, indicadores y escalas de medición.

	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	TIPO DE ESCALA
PRINCIPALES	Variable Independiente Tamaño de las partículas de relleno	Biomateriales	Marca de Resinas compuestas	<ul style="list-style-type: none">● 3M● Tokuyama	Nominal
	Variable Dependiente Dureza Superficial	Física	Fuerza Vickers	0.0	De Razón

CAPÍTULO III

MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTOS

3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.1.1. POBLACIÓN

La población de estudio fue constituida por 2 jeringas de diferentes marcas de resina compuesta que puedan ser adquiridos para el estudio, cuya cantidad puede ser indefinida según las necesidades del investigador.

3.1.2. MUESTRA

La investigación planificada se llevó a cabo en una muestra representativa de la población de estudio. La determinación del tamaño muestral fue de acuerdo a nuestros antecedentes, por ello la muestra para esta investigación estuvo conformada por 20 bloques cilíndricos de resinas de 5mm de diámetro por 4mm de altura, distribuidas en 2 grupos con 10 bloques para cada uno, para ello llamaremos Grupo 1 a la resina Filtek Z350 XT® de 3M y Grupo 2 a la resina Palfique LX5® de Tokuyama.

3.1.3. DISEÑO A UTILIZAR EN EL ESTUDIO

La investigación planificada se realizó bajo enfoque cuantitativo, bajo un tipo transversal, experimental y prospectivo; con un alcance correlacional. El diseño que seguirá el estudio será de experimento puro comparando 2 grupos.

3.1.4 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.1.4.1 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de los datos en el presente estudio se llevó a cabo por medio de la técnica de observación estructurada no participante individual de laboratorio; por la cual el investigador realizó la evaluación clínica de las unidades de análisis que conformaron la muestra del estudio; dichos datos obtenidos se registraron en el instrumento de investigación, elaborado para los fines específicos de la investigación, fue conformada por ítems abiertos y cerrados acorde a los indicadores de las variables operacionalizadas. La mencionada ficha fue aplicada únicamente por el investigador. El instrumento que se empleó requirió de validación por juicio de expertos previa a su aplicación final.

Se consideró el tipo de relleno inorgánico de las 2 resinas compuestas utilizadas en el estudio, de acuerdo a las descripciones de los fabricantes tanto de 3M como Tokuyama.

Luego, para determinar la dureza superficial, la recolección de los datos se llevó a cabo de manera secuencial según la disposición de los indicadores, se realizó evaluando cada unidad muestral de forma individual. Para lograr los objetivos planificados se realizaron los siguientes pasos de manera secuencial: obtuve 2 marcas de resinas compuestas a trabajar; se confeccionó la estructura de acero inoxidable con 5mm de diámetro x 4mm de altura; se manipuló cada muestra según indicaciones del fabricante, con la espátula Hu Friedy se colocaron capas de 1mm de espesor de resina compuesta aplicando la técnica incremental en la estructura preformada, cada muestra se fotocuró por 40 segundos con una lámpara de luz LED cuya intensidad es de 800W/cm².

Las muestras se retiraron del molde preformado y fueron enumeradas en la cara transversal inferior con plumón indeleble del 1 al 10, el Grupo 1 con plumón de color rojo y el Grupo 2 con plumón de color azul, luego almacenarlas y pulirlas después de 48h, para retirar una posible capa inhibida que generaría menor dureza. Para el pulido de las muestras se utilizaron cauchos (rosado, verde y plomo); con un intervalo de 20 segundos para cada instrumento.

Se realizó la medición en el laboratorio de materiales de la facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Ingeniería del Perú, se utilizó el método Vickers con un microdurómetro marca LEITZ (WETZLAR) Alemania Mod. 626449. Se tomó nota de los resultados en las fichas de observación AD-HOC; se realizó el vaciado de datos en la PC; se emitió la certificación del trabajo con el ingeniero; finalmente se realizaron la comparación de medias, determinación de las conclusiones y recomendaciones del estudio.

3.1.4.2 PROCESAMIENTO DE DATOS

Posterior a la recolección de datos se procedió a organizar las fichas, enumerándolas para ser ingresadas a la base de datos en Microsoft Excel en su versión de acceso, bajo las modificaciones planteadas por el investigador. El procesado de los datos se llevó a cabo en una laptop de marca Sony VAIO, modelo VPCEG30EL, de 4GB de memoria RAM con sistema operativo Windows 7 Home Basic original de 64 bit. La información recolectada se analizó con el paquete estadístico SPSS 22 (Statistical Pack age for the Social Science) en su versión de acceso; en la cual se llevó a cabo la aplicación de estadística descriptiva para establecer la distribución de los datos recolectados a través de medidas de tendencia central, dispersión, forma y

posición. Para la comprobación de las hipótesis bivariadas con una variable cualitativa y una variable cuantitativa, los supuestos bivariados que serán comprobados, y que contengan una variable cualitativa y otra cuantitativa serán trabajadas con la aplicación de la prueba de T de Student para muestras independientes, previa identificación de la distribución normal de los datos aplicando la prueba Shapiro Wilk.

Tanto los resultados de las pruebas estadísticas descriptivas como inferenciales serán expresadas mediante tablas y gráficos. Los resultados muestrales serán inferidos a la población mediante estimación por intervalo a un 95% de confianza.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de los estadísticos descriptivos del Grupo 1 conformado por Filtek Z350 XT® (3M) presentaron una media de 51.10, desviación estándar de 2.56.

TABLA 01.- Análisis de medias de la resina del Grupo 1

CARACTERÍSTICAS	DUREZA SUPERFICIAL (HV)
	Grupo 1
Media \pm DE	51.10 \pm 2.56
IC 95%	49.28; 52.93
Rango	9.79
Mediana	51.15

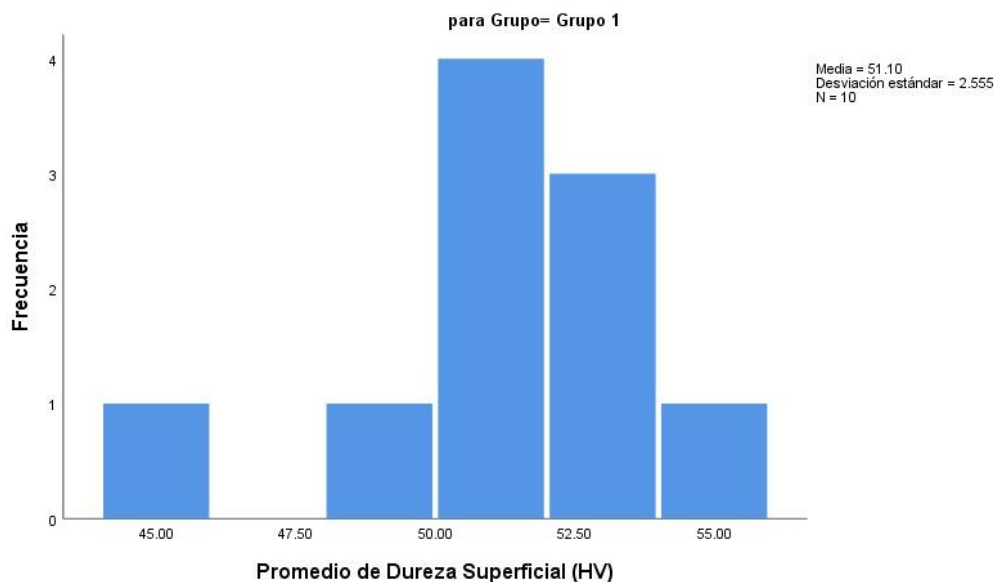


GRÁFICO 01.- Histograma resultado de dureza superficial de la resina del Grupo 1

Grupo 2 conformado por Palfique LX5® (Tokuyama) presentaron una media de 32.20, desviación estándar de 1.48.

TABLA 02.- Análisis de medias de la resina del Grupo 2

CARACTERÍSTICAS	DUREZA SUPERFICIAL (HV)
	Grupo 2
Media ± DE	32.20 ± 1.48
IC 95%	31.14; 33.25
Rango	5,19
Mediana	32.31

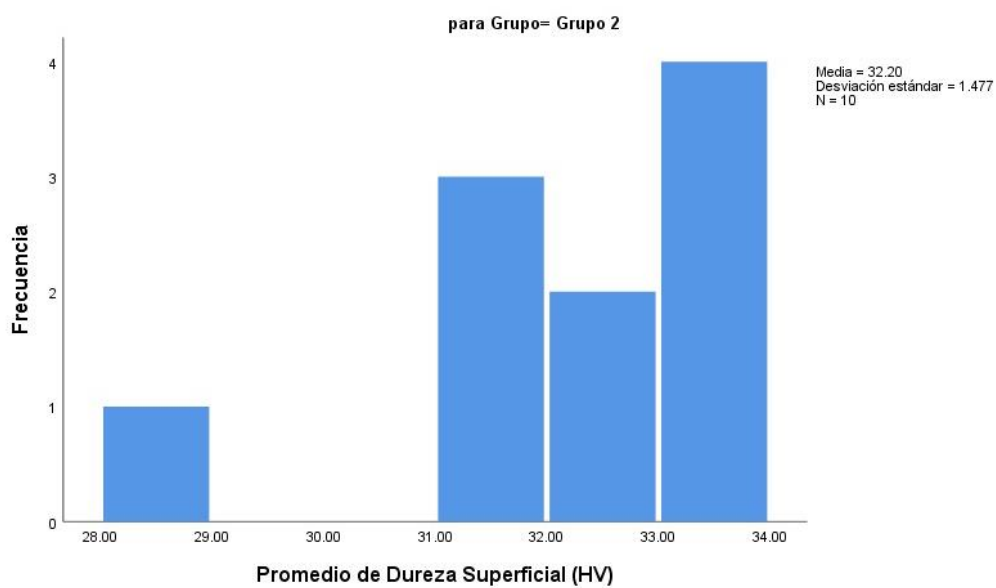


GRÁFICO 01.- Histograma resultado de dureza superficial de la resina del Grupo 2

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

En este apartado se realizó la docimasia de las hipótesis planteadas para la ejecución de la presente investigación, considerando que la hipótesis principal corresponde a:

“La dureza superficial de las resinas compuestas se relaciona significativamente al tamaño de las partículas de relleno.”

A fin de poder realizar la docimasia de esta hipótesis, se deberá realizar el ritual de significancia estadística, para lo cual se seguirá una secuencia ordenada de pasos:

I.- Formulación de Hipótesis Estadística

H_0 : *Las Resinas compuesta de 3M y Tokuyama siguen una distribución normal.*

H_1 : *Las Resinas compuesta de 3M y Tokuyama siguen una distribución no normal.*

II.- Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se decidió trabajar con un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III.- Determinación del Estadígrafo a Emplear

Al tratarse de una variable cualitativa y otra cuantitativa se plantea seguir la vía de los análisis bivariados, se procederá a probar los supuestos de

normalidad antes de realizar alguna prueba para dos muestras independientes.

IV.- Estimación del P-Valor

Se lleva a cabo la ejecución de la prueba Shapiro-Wilk al, a fin de poner a prueba la hipótesis planteada.

a) Determinación de la Distribución Normal de los Datos

Para esto se ejecutó la prueba Shapiro-Wilk, al tratarse de un tamaño muestral menor a 30 unidades, trabajándose bajo las siguientes hipótesis de prueba:

TABLA 02.- Análisis de la Dureza Superficial de las resinas compuestas de 3M y Tokuyama.

MARCA EVALUADA	VALOR	MUESTRA	P-VALOR†
Filtek Z350 XT® (3M)	0.923	10	0.386
Palfique LX5® (Tokuyama)	0.866	10	0.090

†Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

*Diferencia Estadísticamente No significativa al 95% de Confianza. (P>0.05)

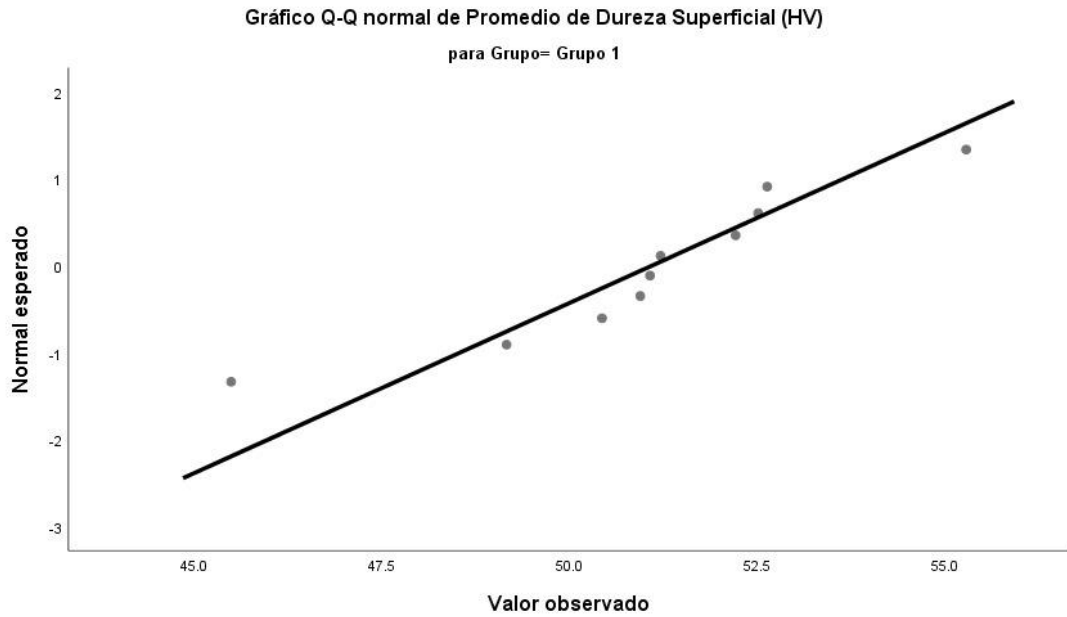


GRÁFICO 02.- Gráfico Q-Q de la Dureza Superficial de las Resina
Compuesta Filtek Z350 XT® (3M).

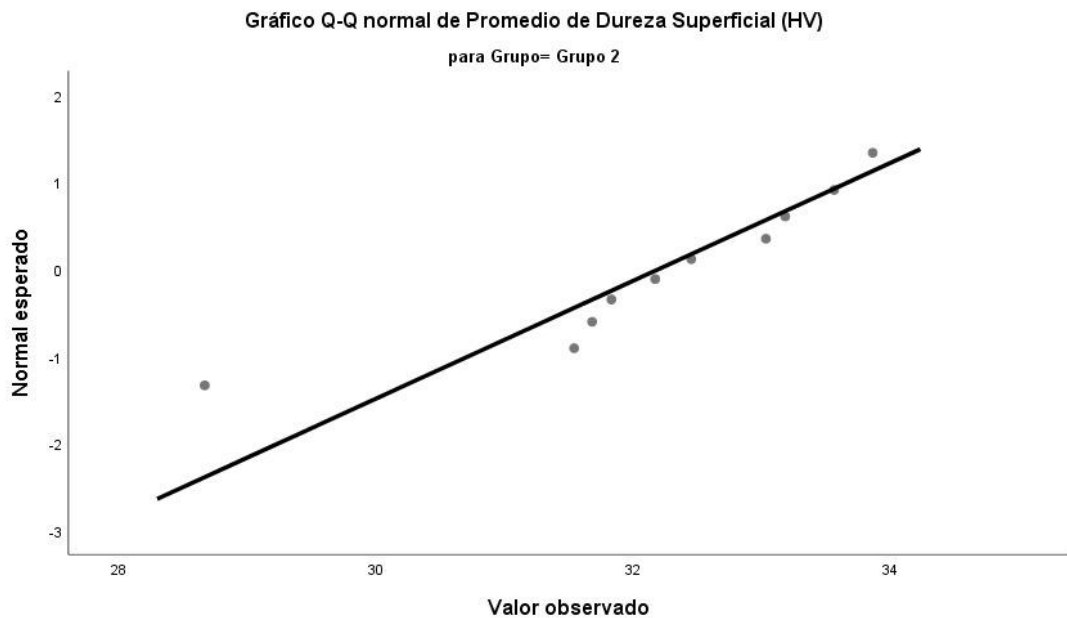
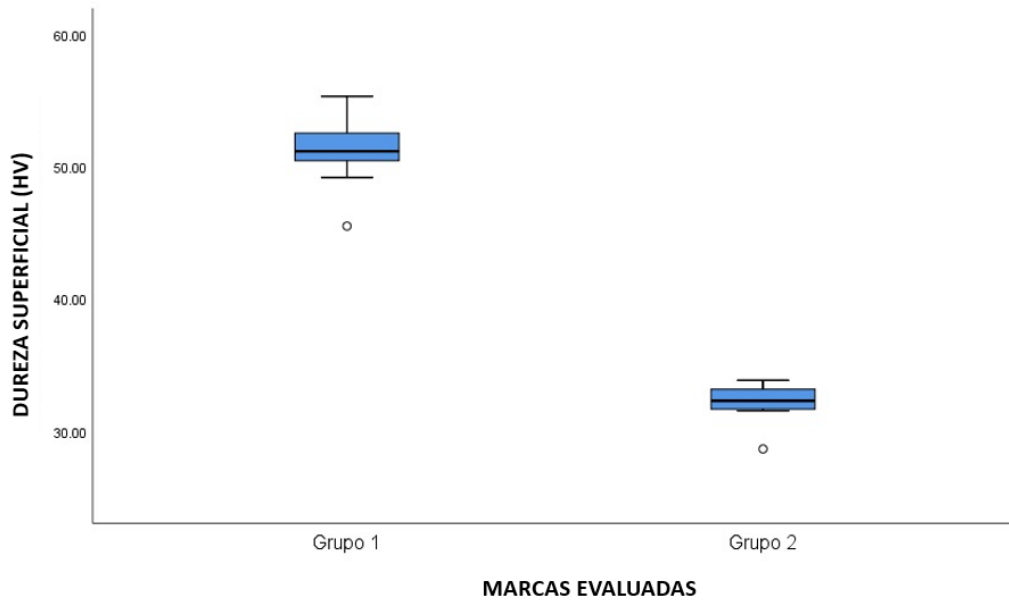


GRÁFICO 03.- Gráfico Q-Q de la Dureza Superficial de las Resina
Compuesta Palfique LX5® (Tokuyama).



RÁFICO 04.- Gráfico de Caja de las Resinas Compuestas Filtek Z350 XT® (3M) y Palfique LX5® (Tokuyama).

V.- Toma de decisión

Se observa que el P-Valor en ambos casos es mayor a 0.05, por lo tanto, se acepta hipótesis nula y asumimos que ambos conjuntos de datos siguen una distribución normal.

4.2.1. Contrastación de Hipótesis Específicas

Para poder entender de manera precisa el evento de estudio, se debe analizar de manera separada sus hipótesis específicas, las cuales fueron:

1. La dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) se relaciona significativamente al tamaño de las partículas de relleno.

2. La dureza superficial de la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama) se relaciona significativamente al tamaño de las partículas de relleno.
3. Existe diferencia significativa entre la dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) y la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama).

4.2.1.1 Contrastación de Hipótesis Específica 1

La hipótesis específica 1 corresponde a:

“La dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) se relaciona significativamente al tamaño de las partículas de relleno.”

I.- Formulación de Hipótesis Estadística

H₀: *La dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) es igual a la proporción del tamaño de las partículas de relleno.*

H₁: *La dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) es diferente a la proporción del tamaño de las partículas de relleno.*

4.2.1.2 Contrastación de Hipótesis Específica 2

La hipótesis específica 2 corresponde a:

“La dureza superficial de la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama) se relaciona significativamente al tamaño de las partículas de relleno.”

I.- Formulación de Hipótesis Estadística

H₀: *La dureza superficial de la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama) es igual a la proporción del tamaño de las partículas de relleno.*

H₁: *La dureza superficial de la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama) es diferente a la proporción del tamaño de las partículas de relleno.*

II.- Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se decidió trabajar con un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III.- Determinación del Estadígrafo a Emplear

Para la comparación de la tendencia central de ambos grupos seleccionamos la prueba T de Student para muestras independientes, se probará la homogeneidad de varianzas previamente.

IV.- Estimación del P-Valor

Se lleva a cabo la ejecución de la prueba de Levene al, a fin de poner a prueba la hipótesis específica planteada.

a) Supuesto de homogeneidad de Varianzas de los Datos

Se plantean las siguientes hipótesis para la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene, trabajándose bajo las siguientes hipótesis de prueba:

H_0 : *Las Varianzas de las Resinas compuesta de 3M y Tokuyama son iguales.*

H_1 : *Las Varianzas de las Resinas compuesta de 3M y Tokuyama son diferentes.*

TABLA 03.- Prueba de Homogeneidad de varianzas de las resinas compuestas de 3M y Tokuyama.

PRUEBA DE LEVENE DE IGUALDAD DE VARIANZAS		
MARCAS EVALUADAS	DUREZA SUPERFICIAL (HV)	
	Se asumen varianzas iguales	P-VALOR†
		0.338

V.- Toma de decisión

Se observa que el P-Valor es mayor a 0.05, por lo tanto, se acepta hipótesis nula y asumimos que las varianzas en ambos grupos son homogéneas.

4.2.1.3. Contrastación de Hipótesis Específica 3

La hipótesis específica 3 corresponde a:

“Existe diferencia significativa entre la dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) y la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama).

I.- Formulación de Hipótesis Estadística

H₀: *La dureza superficial de las resinas compuestas Filtek Z350 XT® (3M) y Palfique LX5® (Tokuyama) son iguales.*

H₁: *La dureza superficial de las resinas compuestas Filtek Z350 XT® (3M) y Palfique LX5® (Tokuyama) son diferentes.*

II.- Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se decidió trabajar con un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III.- Determinación del Estadígrafo a Emplear

Al tratarse de una variable cualitativa y otra cuantitativa se plantea seguir la vía de los análisis bivariados, así también se identificó que la variable de agrupación determina dos categorías, con lo que se establece la necesidad de utilizar estadígrafos para dos muestras independientes.

IV.- Estimación del P-Valor

Para la comparación de la tendencia central de ambos grupos seleccionamos la prueba T de Student para muestras independientes

TABLA 04.- Comparación de la Dureza Superficial (HV) entre las Resinas Compuestas 3M y Tokuyama.

MARCAS EVALUADAS	DUREZA SUPERFICIAL (HV)			
	DIFERENCIA DE MEDIAS	DE	IC 95%	P-VALOR†
	18.906	0.93	16.95; 20.87	0.000

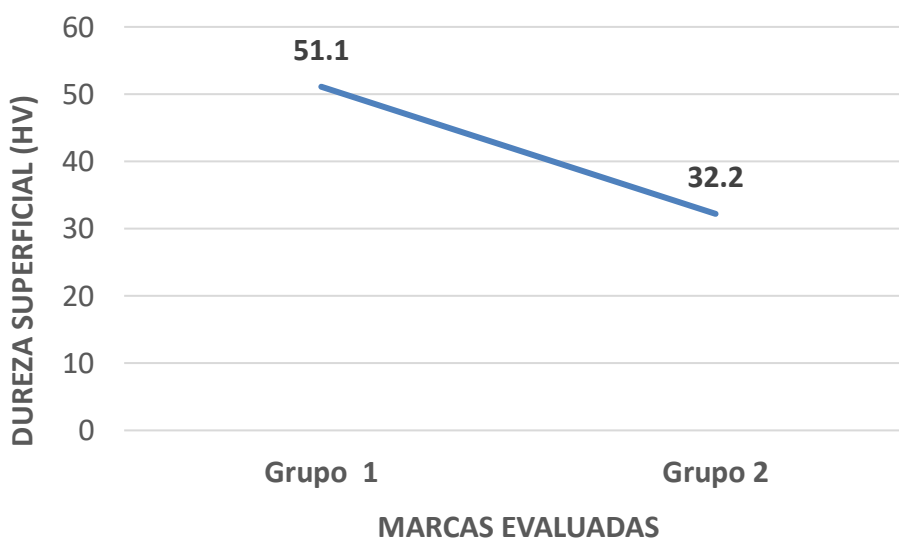


GRÁFICO 05.- Gráfico comparación de medias entre las Resinas Compuestas 3M y Tokuyama.

V.- Toma de decisión

Se observa que el P-Valor es menor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis 1, por lo tanto, afirmamos que existen diferencias significativas entre las medias de ambos grupos.

4.2.2. Evaluación de la Validez de la Hipótesis General

De la misma manera que con las hipótesis específicas, la hipótesis general: “La dureza superficial de las resinas compuestas se relaciona

significativamente al tamaño de las partículas de relleno”, solo se podría considerar verdadera por inducción, al establecerse la veracidad de las hipótesis específicas que la conforman, así podemos agrupar las hipótesis específicas y sus resultados en la siguiente tabla:

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	RESULTADO ESTADISTICO
<i>“La dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) se relaciona significativamente al tamaño de las partículas de relleno.”</i>	SE RECHAZA
<i>“La dureza superficial de la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama) se relaciona significativamente al tamaño de las partículas de relleno.”</i>	SE RECHAZA
<i>“Existe diferencia significativa entre la dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) y la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama).”</i>	SE ACEPTA
HIPÓTESIS GENERAL	RESULTADO INDUCTIVO
“La dureza superficial de las resinas compuestas se relaciona significativamente al tamaño de las partículas de relleno.”	SE RECHAZA

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se evaluó la dureza superficial de 20 muestras de resinas compuestas; 10 de compuesta Filtek Z350 XT® (3M) y 10 de Palfique LX5® (Tokuyama). Los resultados obtenidos al realizar la prueba estadística T de Student se determinó que hay Diferencia Estadísticamente significativa al 95% de confianza entre la dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) con a la proporción del tamaño de las partículas de relleno teniendo un ($p=0.386$), Diferencia Estadísticamente significativa al 95% de confianza entre la dureza superficial de la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama) con a la proporción del tamaño de las partículas de relleno teniendo un ($p=0.090$), Diferencia Estadísticamente significativa al 95% de confianza entre Filtek Z350 XT® (3M) y Palfique LX5® (Tokuyama) teniendo un ($p=0.000$).

La resina compuesta más resistente a la prueba de dureza superficial por la máquina para ensayos Vickers tuvo una resistencia promedio de 51.10 ± 2.56 al aplicarle la fuerza. Los resultados obtenidos permiten determinar que Filtek Z350 XT® (3M) presenta mayor dureza superficial, por ende, mayor resistencia al desgaste y a la fractura, mostrando diferencias significativas ante la comparación de Palfique LX5® (Tokuyama), por lo tanto, se indica su uso para restauraciones en el sector posterior tanto para clase I y II, donde hay mayor fuerza masticatoria.

Otra investigación que encontraron resultados similares fue realizado por Salas, donde evaluó la microdureza superficial, usando 2 resinas compuestas Z350XT y silorano P90, de las cuales se realizaron 20 muestras de 6mm de diámetro por 6mm de altura, cada grupo conformadas por 10 muestras, fueron sometidas a un microdurómetro y se analizaron los datos con la prueba T-

Student, de los cuales se mostró que la resina de metacrilato Z350 XT tuvo un promedio de microdureza superficial de 86.40; la resina de silorano P90 tuvo un promedio de microdureza de 84.64. Los datos mostraron un $p=0.0066$ de las cuales se concluyó que la resina de metacrilato Z350 XT presentó mayor valor de microdureza.¹⁹

Es importante resaltar la pesquisa propuesta por Zapata, donde comparó 2 resinas compuestas, Palfique LX5® y Filtek Z350 XT®, en las cuales se utilizaron 6 incisivos superiores extraídos y se les simuló una fractura clase IV, bajo 3 tipos de iluminación (Directa, Indirecta y ultravioleta). Se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, donde indicó que la resina Filtek Z350 XT® obtuvo mejores resultados.⁴²

La dureza superficial de las resinas compuestas está relacionada con varios factores entre los que podemos considerar: estado del equipo (adecuada intensidad y longitud de onda), tipo de polimerización, grado de conversión de polimerización, técnica de obturación, tipo y composición de la matriz orgánica, tipo y composición de relleno inorgánico.³¹

También es necesario indicar el estudio propuesto por Suarez, donde analizó la dureza superficial comparando el efecto del pulido inmediato y después de 24 horas, se emplearon dos tipos de resina, una resina nanohíbrida (3M ESPE Filtek Z250 XT) y una resina de nanorrelleno (3M ESPE Filtek Z350 XT), se determinó que el pulido después de 24 horas de la polimerización de las resinas compuestas presenta valores con mayor dureza superficial.⁴⁵

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Realizadas las pruebas estadísticas se determinó que la Resina Compuesta que presentó mayor Dureza Superficial fue Filtek Z350 XT® (3M), siendo el material de elección para realizar restauraciones en el sector posterior en cavidades Clase I y II, debido a las fuerzas masticatorias en dicho sector.
- Filtek Z350 XT® (3M) tuvo diferencia significativa con respecto a la proporción del tamaño de las partículas de relleno.
- Palfique LX5® (Tokuyama) tuvo diferencia significativa con respecto a la proporción del tamaño de las partículas de relleno.
- Filtek Z350 XT® (3M) tuvo diferencia significativa con Palfique LX5® (Tokuyama), al presentar mayor Dureza Superficial.

5.2. RECOMENDACIONES

Actualmente hay una gran variedad de materiales restauradores que debido a sus sistemas adhesivos logramos mayor compatibilidad con el tejido dentario, uno de ellos la Resina Compuesta, el cual fue objeto de estudio en esta investigación, debido a los resultados se recomienda al operador utilizar Filtek Z350 XT® (3M) sobre todo en el sector posterior en cavidades de Clase I y II donde se denota fuerzas oclusales. Y la resina Palfique LX5® (Tokuyama) que obtuvo menor Dureza Superficial, estarían indicadas para el sector anterior debido a que en esa zona no hay mucha carga masticatoria.

- El operador tiene que tomar en cuenta los resultados obtenidos con la finalidad de determinar que Resina Compuesta tiene mayor Dureza Superficial que implicaría mayor resistencia al desgaste y a las fracturas.
- Tomar en cuenta los resultados obtenidos para brindarle al paciente una mejor calidad de vida.
- Realizar estudios similares en dientes extraídos para ver si influye o no en su Dureza Superficial.
- Desarrollar estudios similares donde esté presente la saliva como buffer para ver si influye o no en su Dureza Superficial.
- Desarrollar estudios de Dureza Superficial usando distintos sistemas de polimerización.

- Realizar estudios haciendo variaciones en el tiempo de polimerización con el fin de saber si influye o no en su Dureza Superficial.
- Informar al paciente de la longevidad que presenta la resina compuesta aplicada en el tratamiento, debido a que será afectada por el desgaste en su Dureza Superficial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Basurto SG, Barba MN, Ibarra JG, Aída II, Yáñez B. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de diferentes resinas comerciales , frente a la acción de una bebida gaseosa. *Resvista Odontológica Mex.* 2010;14(1):8-14.
2. Zaracho D, Figueroa C, Aguilera R. Evaluación de la microdureza superficial de resinas compuestas . Revisión de la literatura . *Int J Med Surg Sci.* 2017;4(3):1203-1208.
3. Ensayos de Materiales. *Ensayos de Dureza.* 2015:1-8.
4. Naranjo-pizano RM, Lince-jaramillo JF, Vivas-idarraga J, Ruiz-ceballos D, Cvlac PO. Diferencia en la dureza de resinas utilizadas convencionalmente al polimerizarse con diferentes tipos de luz
Difference in hardness of composites polymerized with differnt types of lights. *Rev CES Odontol.* 2017;30(1):3-16.
5. Sevkusic M, Schuster L, Rothmund L, et al. The elution and breakdown behavior of constituents from various light-cured composites. *Dent Mater.* 2014;30(6):619-631. doi:10.1016/j.dental.2014.02.022
6. García AH, Angel M, Lozano M, et al. Composite resins . A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral y Cir Bucal.* 2006;11(1):E215-20.
7. Gutiérrez Meza AC. Evaluación de la dureza shore de tres tipos de resina compuesta fotopolimerizada a diferentes intervalos de tiempo e intensidades de luz, de las lámparas de polimerización led de marcas utilizadas por los estudiantes de la Facultad de Odontología. 2016.
8. Carlos Carrillo MM. Materiales de resinas compuestas y su

- polimerización. *Órgano Of la Asoc Dent Mex.* 2009;65(4):10-17.
9. Suarez Hoces JME. *Comparación in Vitro de La Microdureza Superficial de 2 Resinas Compuestas Tipo Bulk Fill Sometidas a Bebidas Energizantes.*; 2018.
 10. Guillen X. *Fundamentos de la Operatoria Dental.* Primera Edición. 2010:147-153.
 11. Lopez Carranza. *Microdureza Superficial de Resinas de Nanotecnologías aplicadas en un solo bloque.* 2015.
 12. Spiller MS, Science H, Megan E. *Dental Composites : A Comprehensive Review.* In: *Academy of Dental Learning & Osha Training.* ; 2017:11-41.
 13. Vivas XG. *Fundamentos de Operatoria Dental. Segunda Edición.*; 2015.
 14. Quintanilla Quispe CG. *Comparación de la microdureza superficial in vitro de una resina compuesta fotoactivada a diferentes temperaturas y tiempos de climatización.* 2016.
 15. Kyo-Han Kim JL and OO. *The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites.* *J Prosthet Dent.* 2002;87(6):642-649.
 16. Mikhail SS, Schricker SR, Azer SS, Brantley WA, Johnston WM. *Optical characteristics of contemporary dental composite resin materials.* *J Dent.* 2013;41(9):771-778. doi:10.1016/j.jdent.2013.07.001
 17. Gilli M, Leloup G, Leprince JG. *Quality of cure on depth of bulk-fill composites: Cytotoxicity.* *Dent Mater.* 2016;32:100.
 18. Paula Baldión, Deisy Vaca SÁ y DA. *Estudio Comparativo de las*

- propiedades mecánicas de diferentes tipos de Resina Compuesta. *Rev Colomb Investig en Odontol.* 2011;1(3):51-59.
19. Salas Y, Lozano F. Estudio In Vitro de la microdureza superficial de las resinas compuestas de Metacrilato y Silorano. *KIRU.* 2014;11(1):69-73.
 20. Afonso C, De G, Carvalho M De, Reston EG, Carvalho CM De, Schirmer D. Microdureza de resina composta polimerizada com LEDs de diferentes gerações e luz halógena. *Stomatos.* 2008;14(27):17-25.
 21. Randolph LD, Palin WM, Bebelman S, Devaux J, Gallez B. Ultra-fast light-curing resin composite with increased conversion and reduced monomer elution. *Dent Mater.* 2014;2(23):1-11.
doi:10.1016/j.dental.2014.02.023
 22. Borges A, Chasqueira F. Grau de Conversão de Resinas Compostas . Influência do Método de Fotopolimerização. *Rev Port Estomatol Med Dentária e Cir Maxilofac.* 2009;50(4):197-203.
 23. Sabatini C. Comparative study of surface microhardness of methacrylate-based composite resins polymerized with light-emitting diodes and halogen. *Eur J Dent.* 2013;7(3):327-335.
 24. Huayhua R. Estudio comparativo invitro de la resistencia compresiva de Resinas Microhibridas y Nanohibridas. 2013.
 25. Catelan A, Sgarbosa L, Araújo NDE, et al. Impact of the distance of light curing on the degree of conversion and microhardness of a composite resin. *Acta Odontológica Scand.* 2015:1-4.
 26. Azul AM, Polido M, Frade E. Estudo de novas resinas compostas: Microdureza e profundidade de polimerização. *Rev Port Estomalogia,*

- Med Dent e Cir Maxilofac.* 2012;53(1):e1-e23.
27. Jun S, Kim D, Goo H, Lee H. Investigation of the correlation between the different mechanical properties of resin composites. *Dent Mater J.* 2013;32(1):48-57.
 28. Moreira E, Almeida GS, Poskus LT, Guilherme J, Guimarães A. Relationship between the degree of conversion, solubility and salivary sorption of a hybrid and a nanofilled resin composite: influence of the Light-activation mode. *J Appl Oral Sci.* 2008;16(2):161-166.
 29. Ferracane JL. Resin-based composite performance: Are there some things we can't predict? *Dent Mater.* 2012;29(1):51-58.
 30. Ilie N, Hickel R. Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites. *Dent Mater.* 2009;5(1):810-819.
 31. Naranjo R, Lince J, Vivas J, Ortiz P. Diferencia en la dureza de resinas utilizadas convencionales al polimerizarse con diferentes tipos de luz. *CES Odontol.* 2017;30(22):3-16.
 32. Ferracane JL, Pfeifer CS, Hilton TJ. Microstructural Features of Current Resin Composite Materials. *Curr Oral Heal Rep.* 2014;1:205-212.
 33. Lowe RA. Advances in Composite Resin Materials. *Insid Dent.* 2015;11(12):1-6.
 34. Zimmerli B, Stadler O. Composite materials : Composition , properties and clinical applications. *Schwiz Mnatsschr Zahnmed.* 2010;120(11):972-979.
 35. Pantoja V, Kao H, Mejias G, et al. Analisis comparativo de propiedades Físico- Químicas de composites dentales fotopolimerizados con dos

- tipos de lámparas. *Rev CENIC Ciencias Químicas*. 2015;46(pp):26-61.
36. René G, Rogelio S, Laura A, María A, Rigoberto G, Javier D la F. Vickers microhardness comparison of 4 composite resins with different types of filler . *J Oral Res*. 2014;4(5):313-320.
37. Hanum UA, Herda E, Indrani DJ, et al. Under-surface hardness of light-cured nanofilled resin composites of different shades. *J Phys*. 2017;(884):1-4.
38. Catelan A, Regina M, Espírito DO, et al. Effect of light curing modes on mechanical properties of direct and indirect composites. *Acta Odontológica Scand*. 2013;71(1):697-702.
39. Leprince J, Palin WM, Mullier T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Investigating filler morphology and mechanical properties of new low-shrinkage resin composite types. *J Oral Rehabil*. 2010;37(5):364-376.
40. Damineni R, Mashalkar A, Sharaschandra SG. Evaluation of Polymerization Shrinkage of Light Cured Composite Resins. 2014;4(3):26-30.
41. Sthefane Brandão Barbosa, Rafael Pinto de Mendonça, Chane Tardem Pereira FSC, Barceleiro M de O. Associação de resinas bulk fill flow e convencional proporcionando maior longevidade em restaurações posteriores. *Brazilian J Dent*. 2018;75(2):101-110.
42. Zapata R. *Estudio Comparativo de La Integración Óptica Según Tipo de Iluminación Entre 2 Sistemas de Resinas Compuestas*, 2016., 1-82 (2018).
43. 3M. *Universal Restaurador.*, 2-40
44. Tokuyama. *Technical Report.*, 2-32

45. Suarez R, Lozano F. Comparación de la dureza superficial de resinas de nanotecnología , según el momento del pulido : in vitro . *Rev Estomatol Hered.* 2014;24(1):11-16.

ANEXOS

ANEXO 01. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICACIONES	ESCALA	TIPO DE ESCALA
P R I N C I P A L E S	<p style="text-align: center;">Variable Independiente</p> <p>Tamaño de las partículas de relleno.</p>	Biomateriales	Marca de resinas compuestas	<ul style="list-style-type: none"> • 3M • Tokuyama 	Nominal
	<p style="text-align: center;">Variable Dependiente</p> <p>Dureza Superficial.</p>	Física	Fuerza Vickers	0.0	De Razón

ANEXO 02. MATRIZ DE CONSISTENCIA INTERNA

TÍTULO	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	CLASIFICACIÓN DE VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	INSTRUMENTO
“Análisis de la dureza superficial de las resinas compuestas en relación al tamaño de las partículas de relleno.”	Problema General: ¿Cómo se asocia la dureza superficial de las resinas compuestas en relación al tamaño de las partículas de relleno?	Objetivo General: Determinar la dureza superficial de las resinas compuestas en relación al tamaño de las partículas de relleno	Hipótesis Principal: La dureza superficial de las resinas compuestas se relaciona significativamente al tamaño de las partículas de relleno.	Variable Independiente: a) Tamaño de las partículas de relleno.	<ul style="list-style-type: none"> • Biomateriales 	<p>PROPÓSITO: Aplicado.</p> <p>ENFOQUE: Cuantitativo</p> <p>SECUENCIA TEMPORAL: Transversal.</p> <p>TEMPORALIDAD: Prospectivo.</p> <p>ASIGNACIÓN DE FACTORES: Experimental.</p> <p>FINALIDAD: Descriptivo.</p>	<p>POBLACIÓN Constituida por 2 resinas compuestas que puedan ser adquiridos para el estudio, cuya cantidad puede ser indefinida según las necesidades del investigador.</p> <p>MUESTRA: 20 bloques cilíndricos de resinas de 5mm de diámetro por 4mm de altura, distribuidas en 2 grupos con 10 bloques para cada</p>	La recolección de los datos en el presente estudio se llevó a cabo por medio de la técnica de observación estructurada no participante individual de laboratorio; por la cual el investigador realizó la evaluación clínica de las unidades de análisis que conformaron la muestra del estudio; dichos datos obtenidos se registraron en el instrumento de investigación, elaborado para los fines

	<p>Problemas Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo se asocia la dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) en relación al tamaño de las partículas de relleno? • ¿Cómo se asocia la dureza superficial de la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama) en relación al tamaño de las partículas de relleno? • ¿Existe diferencia entre la dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) y la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama)? 	<p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) en relación al tamaño de las partículas de relleno. • Determinar la dureza superficial de la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama) en relación al tamaño de las partículas de relleno. • Determinar la diferencia entre la dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) y la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama). 	<p>Hipótesis Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) se relaciona significativamente al tamaño de las partículas de relleno. • La dureza superficial de la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama) se relaciona significativamente al tamaño de las partículas de relleno. • Existe diferencia significativa entre la dureza superficial de la resina compuesta Filtek Z350 XT® (3M) y la resina compuesta Palfique LX5® (Tokuyama). 	<p>Variable Dependiente:</p> <p>b) Dureza Superficial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerza Vickers. 	<p>DISEÑO ESPECÍFICO: De Corte Transversal.</p> <p>NIVEL: Comparativo.</p>	<p>uno, para ello llamaremos Grupo 1 a la resina Filtek Z350 XT® de 3M y Grupo 2 a la resina Palfique LX5® de Tokuyama.</p> <p>MUESTREO: No probabilístico. Consecutivo</p>	<p>específicos de la investigación.</p>
--	---	---	--	---	---	--	--	---

ANEXO 03. CARTA DE AUTORIZACIÓN

Lima 15 de febrero de 2019

Ingeniero
Bernabé Alberto Tarazona Bermúdez
Jefe de Laboratorio 4
Facultad de Ingeniería Mecánica
Universidad Nacional de Ingeniería – UNI
Presente.-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Mecánica
Laboratorio de Mecánica
18 FEB 2019
RECIBIDO
N°.....
Hoy a las 2:16 pm

Estimado Ing. Tarazona:

Tengo el agrado de saludarlo y presentar a la Bach. LEIDY STEFANY LEYVA SILVANO identificada con número de DNI 47983378, tesista de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega para optar el título de Cirujana Dentista.

La profesional Leyva, se encuentra realizando su investigación: **"ANÁLISIS DE LA DUREZA SUPERFICIAL DE LAS RESINAS COMPUESTAS EN RELACIÓN AL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS DE RELLENO"**.

Por ello, agradeceré tenga a bien brindar las facilidades necesarias (acceso al Laboratorio de Mecánica N° 4 para realizar ensayos mecánicos de dureza con la máquina Vickers) a fin de poder desarrollar su proyecto de investigación, el cual será de gran aporte y beneficio a nuestra profesión.

Atentamente,

GOBIERNO REGIONAL DEL CALLAO
HOSPITAL NACIONAL "SANGRE ALCOES CARON"
CD. Gregorio Lorenzo Menacho Angeles
Especialista en Cirujía y Endodoncia
C.O.P. 4549 R.N.E. 1587

CD. Gregorio Lorenzo Menacho Angeles
COP 4549
RNE 1587
Asesor

ANEXO 04. INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANÁLISIS DE LA DUREZA SUPERFICIAL DE LAS RESINAS COMPUESTAS EN
RELACIÓN AL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS DE RELLENO.

RESINA	Nº DE MUESTRA	DUREZA SUPERFICIAL PROMEDIO (HV)
GRUPO 1	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
GRUPO 2	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	

ANEXO 05. RESULTADOS DEL LABORATORIO

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Mecánica Laboratorio de Mecánica – Lab. N° 4		
INFORME TECNICO Lb4-0186-2019		
ENSAYO DE MICRODUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS COMPUESTAS		
SOLICITANTE : LEIDY STEFANY LEYVA SILVANO		
FECHA : Lima, 21 de Febrero de 2019		
1.	ANTECEDENTES	Se recibió veinte (20) muestras de resinas compuestas, con la finalidad de realizarles ensayos de microdureza superficial.
2.	DE LAS MUESTRAS	Se identificó según el cliente, como: Veinte (20) muestras de resinas compuestas, según los grupos: Grupo 1: Diez (10) muestras de resinas compuestas, Filtek Z350 XT® de 3M Grupo 2: Diez (10) muestras de resinas compuestas, Palfique LX5® de Tokuyama TESIS : "ANÁLISIS DE LA DUREZA SUPERFICIAL DE LAS RESINAS COMPUESTAS EN RELACIÓN AL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS DE RELLENO"
3.	EQUIPOS UTILIZADOS	• Durómetro Vickers marca LEITZ (WETZLAR), Germany Mod. 626449
4.	CONDICIONES DE ENSAYO	T. : 28 °C H.R. : 60 %



Av. Túpac Amaru 210 – Lima 25, Perú
☎ Teléfono: 381-3833 / 481-1070 Anexo 4413 / ✉ Email: laboratorio_4@outlook.com

Pág. 1 de 2



RESULTADOS

5.1 Ensayo de microdureza superficial en muestras del grupo 1

MUESTRA	MICRODUREZA PROMEDIO (HV)
1	55,29
2	50,44
3	51,08
4	45,50
5	50,95
6	52,22
7	52,52
8	49,17
9	52,64
10	51,22

5.

5.2 Ensayo de microdureza superficial en muestras del grupo 2

MUESTRA	MICRODUREZA PROMEDIO (HV)
1	31,54
2	33,03
3	33,18
4	31,68
5	32,45
6	33,86
7	28,67
8	33,56
9	32,17
10	31,83

* Código de autenticación : XXA CLXXXVI TAPI TTIT


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
LABORATORIO DE MECANICA
JEFATURA
ING. BERNABÉ TARAZONA BERMÚDEZ
CIP. 61907
Jefe del Laboratorio de Mecánica – Lab. N°4

Av. Túpac Amaru 210 – Lima 25, Perú

☎ Teléfono: 381-3833 / 481-1070 Anexo 4413 / ✉ Email: laboratorio_4@outlook.com

ANEXO 06. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Imagen N° 01: Materiales

PREPARACIÓN DE MUESTRAS

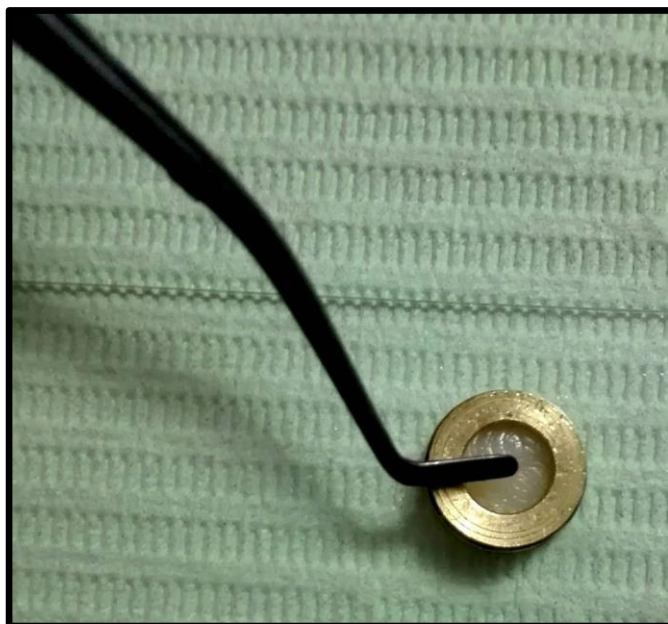


Imagen N° 02: Incorporación de la Resina al molde.



Imagen N° 03: Eliminar excesos por un portaobjetos.



Imagen N° 04: Fotocurado con Lámpara de luz LED
con una intensidad de 800 W/cm^2

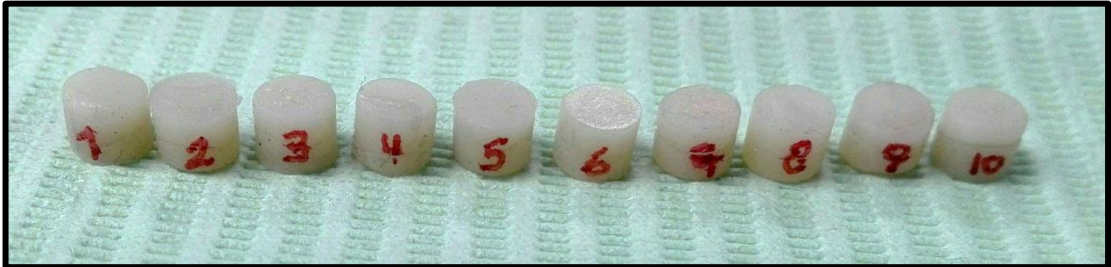
RESINAS USADAS EN EL ESTUDIO



Imagen N° 05: Resina del Grupo 1



Imagen N° 06: Resina del Grupo 1



PULIDO DE LAS MUESTRAS DE RESINA

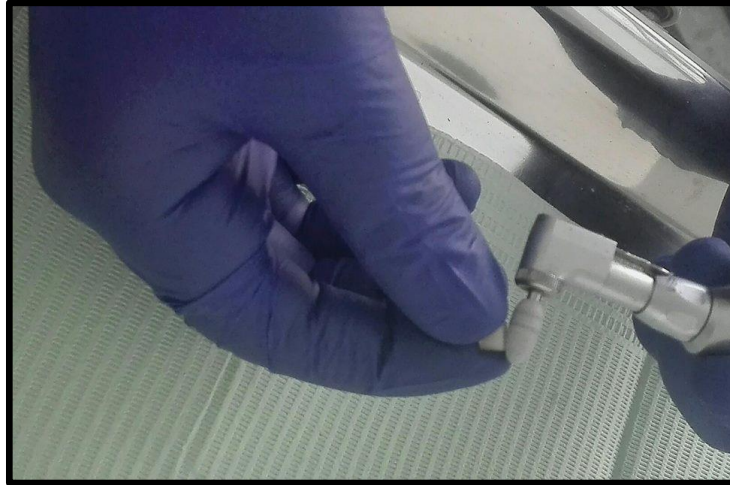


Imagen N° 06: Pulido con piedra ploma

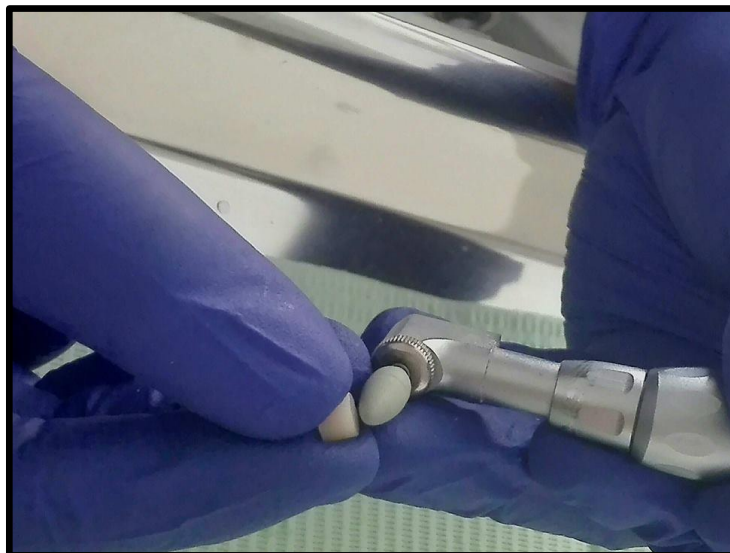


Imagen N° 07: Pulido con piedra verde



Imagen N° 08: Pulido con piedra rosada

IMÁGENES DE LABORATORIO



Imagen N° 09: Durómetro Vickers



Imagen N° 10: Indentación

