

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA



EFFECTO DE LAS TÉCNICAS DE FOTOPOLIMERIZACIÓN SOBRE LA RESISTENCIA COMPRESIVA DE LAS RESINAS COMPUESTAS FILTEK BULK FILL (3M ESPE) Y LA RESINA FORMA (ULTRADENT), REALIZADO EN LOS LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, 2018.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

CIRUJANO DENTISTA

TESISTAS:

Bach. CAMPOS LOZANO, Priscila Elizabeth

Bach. FIGUEROA FABIÁN, Jerica Gabriela

ASESOR:

Mg. CÁRDENAS CRIALES, Jesús Omar

HUÁNUCO - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios, por ser el que nos guía en nuestro
quehacer profesional y con su bendición ha hecho
que logremos este fin.

A nuestros padres y familiares por
brindarnos su apoyo económico, moral y afectivo.

A nuestros docentes de la E.P. de Odontología,
por brindarnos su conocimiento,
sabiduría y motivación para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por las bendiciones que nos brinda cada día en cada aspecto de nuestras vidas.

Agradecemos a la E.P. de Odontología y a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de

Huánuco, por permitirnos formar parte de esta gran familia valdizana.

Agradecemos a la Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Mecánica por brindarnos sus laboratorios para realizar nuestra investigación.

A nuestro asesor por dedicarnos el tiempo requerido para culminar nuestro proyecto de investigación.

A los jurados, por dedicar el tiempo necesario para desarrollar el proyecto de investigación para su culminación satisfactoria.

Al Mg. CD. Nino Chávez Leandro y Mg. CD. Antonio Ballarte Bailón por motivarnos siempre a seguir adelante y apoyarnos en cada etapa de la investigación.

A nuestros padres por confiar siempre en nosotros.

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio fue determinar las diferencias del efecto de las técnicas de fotopolimerización sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la resina Forma (ULTRADENT). **Materiales y métodos:** El estudio fue de nivel explicativo, de tipo experimental, prospectivo, transversal y analítico con un diseño de tipo factorial 2x3. Se confeccionaron 48 muestras (4mm x 4mm), dos grupos de resinas, resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y Forma (ULTRADENT), y 3 subgrupos con las técnicas de fotopolimerización, técnica full (T1), rampante (T2) y pulsátil (T3) obteniendo 6 tratamientos y 8 repeticiones, conservados en agua destilada 24 horas. Se usó para la prueba de resistencia compresiva una máquina de ensayo universal marca J. ALFRED AMSLER, con una velocidad de desplazamiento fijo de 1,5mm/min hasta el momento de la fractura de las muestras. **Resultados:** Se usó la prueba de Shapiro-Wilk, la prueba estadística ANOVA y la prueba de Tukey. Los promedios de resistencia compresiva en resinas fueron de 166.41 MPa para Filtek Bulk Fill (3M ESPE) siendo esta significativamente mayor a la media 132.08 MPa para la resina Forma; y en técnicas de fotopolimerización tuvieron un promedio de T2=169.14 MPa siendo mayor significativamente a las T1=141.25 MPa y T3=137.34 MPa. **Conclusiones:** La resistencia compresiva es mayor en la resina compuesta Filtek Bulk Fill con respecto a la resina Forma y la resina fotopolimerizada con la técnica rampante (T2), presenta mayor resistencia compresiva, frente a las otras técnicas de fotopolimerización.

Palabras clave: Fotopolimerización, resistencia compresiva, resinas compuestas, Filtek Bulk Fill (3M ESPE), Forma (ULTRADENT).

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to determine the differences of the effect of the photopolymerization techniques on the compressive strength of Filtek Bulk Fill composite resins (3M ESPE) and Forma resin (ULTRADENT). **Materials and methods:** The study was of an explanatory level, of an experimental, prospective, transversal and analytical type with a 2x3 factorial design. 48 samples (4mm x 4mm), two groups of resins, Filtek Bulk Fill resin (3M ESPE) and Forma (ULTRADENT) were made, and 3 subgroups with photopolymerization techniques, full technique (T1), rampant (T2) and pulsatile (T3) obtaining 6 treatments and 8 repetitions, preserved in distilled water 24 hours. A universal test machine marked J. ALFRED AMSLER was used for the compressive strength test, with a fixed displacement speed of 1.5mm / min until the moment of fracture of the samples. **Results:** The Shapiro-Wilk test, the ANOVA statistical test and the Tukey test were used. The compressive strength averages in resins were 166.41 MPa for Filtek Bulk Fill (3M ESPE) being significantly higher than the average 132.08 MPa for the resin Forma; and in photopolymerization techniques they had an average of T2 = 169.14 MPa, being significantly higher at T1 = 141.25 MPa and T3 = 137.34 MPa. **Conclusions:** The compressive strength is greater in the Filtek Bulk Fill composite resin with respect to the resin Forma and the light-cured resin with the rampant technique (T2), has greater compressive strength, compared to the other photopolymerization techniques.

Key words: photopolymerization, compressive strength, composite resins, Filtek Bulk Fill (3M ESPE), Forma (ULTRADENT).

INTRODUCCIÓN

Las resinas compuestas han evolucionado con el fin de encontrar soluciones a distintos tipos de problemas, para conseguir mejoras los fabricantes han realizado modificaciones en su fase orgánica, inorgánica y en los sistemas fotoiniciadores que sirven para el proceso de polimerización del material, pero aún sigue siendo un reto elegir adecuadamente el material que cuente con las mejores propiedades.

La resistencia a la compresión una de las propiedades mecánicas de la resina, indica la capacidad de un material para resistir presiones verticales; es decir la tensión máxima que puede soportar un material antes de fracturarse. Se debe tener en cuenta esta propiedad mecánica, ya que durante el acto masticatorio y movimientos parafuncionales las fuerzas transmitidas en la región posterior de nuestra boca son particularmente compresivas. Este tipo de fuerzas podrían ocasionar fracturas tanto en la restauración como en la pieza dentaria.

En la actualidad se ha desarrollado nuevas resinas dentales una de ellas es la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M ESPE), la cual es aplicada en incrementos de hasta 4mm de espesor disminuyendo el tiempo clínico y menor contracción de polimerización. Otra nueva resina denominada resina Forma ofrece tener alta estética y pulido excelente; de la cual hay muy pocos estudios acerca de sus propiedades mecánicas.

El presente estudio contribuye con los conocimientos del profesional para una constante actualización de las propiedades mecánicas y físicas de las resinas compuestas utilizadas en el área de operatoria dental, además de que permite al

odontólogo conocer la técnica de fotopolimerización adecuada para obtener mejores resultados de las restauraciones dentales en cuanto a la resistencia compresiva.

Lo que pretende este estudio es determinar las diferencias del efecto de las técnicas de fotopolimerización sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la resina Forma (ULTRADENT); y poder señalar si existen o no existen diferencias entre las tres técnicas de fotopolimerización y los dos tipos de resina; en caso una de ellas sobresalga al resto, pueda ser recomendada para su posterior aplicabilidad. Así con fundamento científico realizar restauraciones con un mejor pronóstico en la resistencia compresiva.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	vi
CAPÍTULO I.....	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
Origen y definición del problema.....	12
Delimitación del problema:.....	14
1.1.1 Delimitación espacial:.....	15
1.1.2 Delimitación temporal:.....	15
Formulación del problema.....	15
Formulación de objetivos:.....	15
1.1.3 Objetivo general.....	15
1.1.4 Objetivos específicos.....	16
Justificación e importancia.....	16
1.1.5 A nivel teórico.....	16
1.1.6 A nivel práctico.....	17
1.1.7 A nivel metodológico.....	17
Limitaciones de la investigación.....	17
CAPÍTULO II.....	18

MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes de estudios realizados:	18
2.1.1. Antecedentes Internacionales:.....	18
2.1.2. Antecedentes Nacionales:	21
2.1.3. Antecedentes Regionales:	26
2.2. Bases teóricas y científicas:.....	26
2.2.1. Resistencia compresiva	26
Cálculo de la Resistencia Compresiva.....	27
2.2.2. Resinas compuestas.....	28
2.2.3. Composición química	29
2.2.4. Clasificación de las resinas	35
2.2.5. Propiedades de las resinas.....	41
2.2.6. Profundidad de curado	45
2.2.7. Resinas bulk fill	46
2.2.8. Resina FORMA (ultradent).....	51
2.2.9. Técnica Incremental.....	54
2.2.10. Clasificación de las tecnologías para polimerización	55
2.2.11. La polimerización.....	57
2.2.12. Técnicas de foto polimerización	59
2.2.13. Lámpara de fotocurado Led.h Woodpecker	61

2.3.	Definición de términos básicos.	61
2.4.	Formulación de hipótesis.....	63
2.5.	Identificación de variables.....	64
2.6.	Definición operacional de variables	65
CAPÍTULO III		66
MARCO METODOLÓGICO		66
3.1.	Nivel y tipo de investigación.....	66
3.2.	Diseño y métodos de la investigación	67
3.2.1.	Diseño:	67
3.2.2.	Método:	68
3.3.	Determinación de la población y muestra	71
3.3.1.	Población:.....	71
3.3.2.	Unidad de muestra	71
3.3.3.	Criterios de inclusión	72
3.3.4.	Criterios de exclusión.....	72
3.3.5.	Tamaño de la muestra	72
3.3.6.	Tipo de muestreo.....	73
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	73
3.5.	Técnicas de procesamiento, análisis de datos.....	74
CAPÍTULO IV		76

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	76
4.1. Prueba de Normalidad	76
4.2. Análisis descriptivo	77
4.3. Análisis inferencial	79
V. DISCUSIÓN.....	85
CONCLUSIONES	89
SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS.....	101

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Origen y definición del problema

Las resinas son biomateriales de amplio uso en odontología, su formación se basa en su contenido orgánico (BIS- GMA) e inorgánico (Cuarzo, vidrio entre otros), y además de los muchos componentes que brindan las características esenciales para conseguir la resina con propiedades ideales¹.

Con el paso del tiempo, las resinas compuestas han evolucionado con el fin de encontrar soluciones para distintos tipos de problemas, como encontrar una semejanza al color natural del diente o una buena resistencia del material. Para conseguir estas mejoras, los fabricantes han realizado modificaciones en la fase orgánica, inorgánica y en los sistemas fotoiniciadores que sirven para el proceso de polimerización del material².

El obtener restauraciones exitosas a largo plazo depende de la habilidad del profesional, de la selección adecuada del material restaurador, para permitir un correcto aprovechamiento de sus propiedades, razón por la cual nos enfocaremos en la resistencia a la compresión de las resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la resina compuesta Forma (ULTRADENT) al ser fotopolimerizadas con diferentes técnicas.

Así mismo, a pesar de los avances alcanzados por los fabricantes para crear la resina compuesta ideal, aún sigue siendo un reto elegir adecuadamente el material que cuente con las mejores propiedades físicas, para brindar una mayor longevidad clínica a la restauración y que pueda responder a las necesidades físicas y mecánicas del sistema estomatognático³. Es por esta razón que se busca un material restaurador

que tenga propiedades físicas, químicas y mecánicas similares a la de nuestros dientes, como son un adecuado módulo de elasticidad, resistencia flexural, resistencia al desgaste y una buena resistencia compresiva⁴.

La resistencia a la compresión indica la capacidad demostrada por un material para resistir presiones verticales; es decir la tensión máxima que puede soportar un material antes de fracturarse⁴. Se debe tener en cuenta esta propiedad mecánica, ya que durante el acto masticatorio y/o movimientos parafuncionales la mayoría de las fuerzas transmitidas en la región posterior de nuestra boca son particularmente compresivas¹. Este tipo de fuerzas podrían ocasionar fracturas tanto en la restauración como en la pieza dentaria.

Todas las propiedades mecánicas son medidas de la resistencia de un material a la deformación o la fractura al aplicarle una fuerza, por ende, básicamente la resistencia compresiva es una prueba en donde se emplean las unidades del SI (Sistema Internacional de Unidades), los megapascales (Mpa)⁵.

Recientemente han aparecido en el mercado nuevos materiales restauradores, cuyos fabricantes dicen incorporar la nueva ciencia de la nanotecnología en la fabricación de cada uno de ellos y que en sus instrucciones ilustran mejorar sus propiedades con respecto a sus antecesores⁶.

La resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M ESPE) es una resina de restauración visible y fotoactivada que ha sido optimizada para crear restauraciones posteriores más sencillas y rápidas. Este material de relleno en bloque proporciona una excelente fuerza y un desgaste bajo. Los tonos son semitraslúcidos y se polimerizan con un estrés mínimo, lo cual proporciona una profundidad de polimerización de 5 mm⁷.

Gracias a esta propiedad, los odontólogos pueden aplicar menos capas para obturar un diente en menor tiempo sin perder calidad. Según la literatura estos nuevos materiales de nanotecnología consiguen que la colocación de resinas compuestas en piezas posteriores sea aún más fácil y eficiente manteniendo sus propiedades físicas adecuadamente.

Por otra parte, tenemos a la resina Forma (ULTRADENT) que es una resina compuesta universal nanohíbrida con excelentes propiedades mecánicas, que logra el equilibrio entre la estética necesaria para restauraciones directas y la resistencia y la estabilidad de color que requiere una restauración de alta durabilidad clínica, aún en capas muy delgadas. Su exclusiva fórmula con zirconia y trifluoruro de iterbio les confiere a todos sus tonos exquisitas propiedades ópticas, incluyendo translucidez, opalescencia, radiopacidad y fluorescencia, comparables a las del diente natural⁸.

El propósito de este estudio fue determinar los efectos de las técnicas de fotopolimerización sobre la resistencia compresiva de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y resina compuesta Forma (ULTRADENT).

Delimitación del problema:

Mediante esta investigación se evaluó los efectos de las técnicas de fotopolimerización (técnica full, rampante y pulsátil), sobre la resistencia compresiva de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y resina Forma (ULTRADENT), para poder saber si las técnicas de fotopolimerización afectan produciendo diferencias o similitudes en la resistencia compresiva de las resinas.

1.1.1 Delimitación espacial:

Los procesos mecánicos, medición y evaluación de la resistencia compresiva se realizaron en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú

1.1.2 Delimitación temporal:

El presente estudio se realizó en el año 2018.

Formulación del problema

1.3.1. Problema general:

- ¿Cuáles son las diferencias del efecto de las técnicas de fotopolimerización sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la resina Forma (ULTRADENT), realizado en los laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería, 2018?

1.3.2. Problemas específicos:

- ¿Cuál es la diferencia de la resistencia compresiva entre la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la resina Forma (ULTRADENT)?
- ¿Cuál es la diferencia de la resistencia compresiva entre las técnicas de fotopolimerización (técnica Full, técnica Rampante y técnica Pulsátil)?

Formulación de objetivos:

1.1.3 Objetivo general

- Determinar las diferencias del efecto de las técnicas de fotopolimerización sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la resina Forma

(ULTRADENT), realizado en los laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería, 2018.

1.1.4 Objetivos específicos

- Determinar la diferencia de la resistencia compresiva entre la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la resina Forma (ULTRADENT).
- Determinar la diferencia de la resistencia compresiva entre las técnicas de fotopolimerización (técnica Full, técnica Rampante y técnica Pulsátil).

Justificación e importancia

1.1.5 A nivel teórico

Permite conocer si las técnicas de fotopolimerización pueden optimizar las propiedades mecánicas como la resistencia compresiva, de las resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y resina Forma (ULTRADENT), también conocer que resina cuenta con una mayor resistencia compresiva y poder elegir la resina y la técnica de fotopolimerización adecuada y así brindar una mayor longevidad clínica a la restauración y que responda a las necesidades físicas y mecánicas del sistema estomatognático.

Contribuye con los conocimientos del profesional para una constante actualización de las propiedades mecánicas y físicas de las resinas compuestas utilizadas en el área de operatoria dental, además de que permite conocer la resistencia a la compresión de dos tipos de resinas compuestas recién salidas al mercado.

1.1.6 A nivel práctico

Los resultados encontrados en esta investigación pueden ser utilizados como conocimientos en la práctica de los cirujanos dentistas para la realización de restauraciones dentarias, teniendo en cuenta las resinas y técnicas de fotopolimerización con resultados óptimos en cuanto a la resistencia compresiva.

1.1.7 A nivel metodológico

Permitirá realizar posteriores investigaciones prosiguiendo con el estudio de técnicas de fotopolimerización complementaria y resistencia compresiva de las resinas, tales como, estudio de técnicas de fotopolimerización y resistencia compresiva en otras marcas de resinas o técnicas de fotopolimerización y otras propiedades mecánicas como flexión, microdureza, resistencia al desgaste.

Servirá como antecedente de estudio acerca de la resina Forma y su resistencia compresiva.

Limitaciones de la investigación

- Limitaciones teóricas, pocas investigaciones referentes a las técnicas de fotopolimerización y sobre la resina Forma (ULTRADENT).
- Dificultad para encontrar el equipo necesario para la medición de la resistencia compresiva en la región Huánuco.
- Limitaciones económicas, la investigación fue autofinanciado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudios realizados:

2.1.1. Antecedentes Internacionales:

MEENAKUMARI C, MANOHAR K, BANSAL R, SINGH N. (India – 2018). “Evaluación de las propiedades mecánicas de los compuestos de resina restauradora nanoposterior más nuevos: Un estudio in vitro”.

Objetivo: El estudio tuvo como objetivo comparar las propiedades mecánicas de cinco materiales restauradores de nanocompuestos disponibles en el mercado.

Materiales y métodos: En el estudio se probaron muestras de cinco compuestos posteriores SureFil SDR, Clear Fil Majesty, Ever X, Tetric Evo Ceram masivo y Filtek Z350. Todas las muestras se prepararon según la norma ISO 4049 y se polimerizaron con una luz LED durante 40 segundos y se sometieron a pruebas mecánicas de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, modulación a la flexión y dureza nano. Los resultados obtenidos se sometieron a ANOVA de una vía y a la prueba post hoc de Tukey según su significación ($p < 0,05$).

Resultados: El estudio demostró que hubo diferencias significativas entre los compuestos resinas restaurativas probadas. El compuesto híbrido CFM Nano exhibió los valores más altos de dureza. La resistencia a la flexión, módulo flexural y las propiedades de dureza de Ever X y Z350 fueron casi similares. El valor de resistencia a la compresión de Ever X fue alto en comparación con otros cuatro compuestos. SDR exhibió valores mínimos en comparación con otros compuestos.

Conclusión: Las diferencias en la resistencia a la compresión, la dureza, la resistencia a la flexión y el módulo se deben a las diferencias en el porcentaje y el tipo de partículas de relleno en todo el material de resina compuesto probado⁹.

RAMIREZ D. (Ecuador- 2016). “Resistencia flexural de dos marcas de resina Bulkfill: estudio in vitro”

Objetivo: El estudio tuvo como objetivo analizar la resistencia a la flexión de dos marcas de resina BulkFill.

Materiales y métodos: Se realizaron 40 muestras de resina siguiendo la Norma ISO 4049 con las dimensiones de 25mm x 4mm x 2mm. Se las dividió en dos grupos; cada grupo estuvo conformado por 20 muestras. El primer grupo está conformado de resina Tetric N-Ceram Bulk Fill y el segundo grupo de resina Filtek Bulk Fill. Cada grupo se almacenó en agua destilada a 37 ° C durante 48 horas. Se empleó el ensayo de flexión de 3 puntos con una máquina de ensayos universales MTS modelo 5000 (ASTM-D790) aplicando una fuerza a una velocidad de 1mm/min, para obtener el valor de la fuerza en Newtons con las que las barras de resina se rompieron, posteriormente estos valores se utilizaron en una fórmula para obtener los resultados de la resistencia flexural expresada en Mpa. Los datos se analizaron con la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, Prueba de Levene y posteriormente se aplicó la Prueba de Test de Student, con un $p > 0,05$.

Resultados: El estudio demostró que las resinas Tetric N-Ceram Bulk Fill con 127,58 Mpa presentaron mayor resistencia flexural que las resinas Filtek Bulk Fill con 103,53 Mpa. Existiendo así estadísticamente diferencia significativa.

Conclusión: Las resinas nanohíbridas Tetric N-CeramBulkFill tuvo una mayor resistencia a la flexión que la resina Filtek Bulk Fill¹⁰.

ROSATTO CMP, BICALHO AA, VERÍSSIMO C, et al. (Brasil - 2015)
“Propiedades mecánicas, estrés por contracción, deformación cuspídea y resistencia a la fractura de molares restaurados con composites bulk fill y composites convencionales”

Objetivo: El estudio tuvo como objetivo comparar la técnica en bloque con la técnica incremental para restaurar grandes restauraciones mesio-oclusal-distal (MOD).

Materiales y métodos: Se emplearon setenta y cinco molares con preparaciones MOD se dividieron en cinco grupos: Z350XT, llenado incremental con Filtek Z350XT y cuatro llenados en bloque- FBF / Z350XT, FiltekBulkFill / Filtek Z350XT; VBF / CHA, Venus BulkFill / Charisma Diamond; SDR / EST-X, SDR / Esthet-X HD; TEC, Tetric Evo Ceram Bulk Fill. La deformación cuspídea era medido utilizando medidores de tensión (n=10): CSt-Re, durante el procedimiento de restauración; CSt-100N, durante 100N carga oclusal; CSt-Fr, a la carga de fractura. Antes de la fractura, se registró la resistencia a la fractura, el modo de fractura y las grietas del esmalte. Los otros cinco dientes se usaron para el módulo elástico (E) y la dureza de Vickers (VH). Post-gel contracción (Shr), resistencia a la tracción diametral (DTS) y resistencia a la compresión (CS) fueron determinado (n=10). Las tensiones de contracción se analizaron mediante análisis de elementos finitos.

Resultados: El estudio demostró que SDR tenía valores similares de CS como TEC, más bajo que todos los demás compuestos. CHA tenía valores DTS similares a Z350XT, más altos que todos los demás compuestos. Z350XT tenía la media más alta Shr y SDR la más baja Shr. Nuevas grietas de esmalte y propagación fueron observadas después de la restauración, independientemente de la técnica de llenado. Z350XT tenía menor resistencia a la fractura que las técnicas compuestas de bulk fill. No hay diferencias significativas en modos de falla que fueron encontrados. E y VH fueron constantes a través de la profundidad de todas las técnicas. Las técnicas de bulkfill tenían menores tensiones en comparación con Z350XT.

Conclusión: Los composites de flowable bulk fill tienen menores propiedades mecánicas que la pasta bulk fill y composites convencionales. Todos los compuestos de bulk fill tenían una baja contracción post-gel que el compuesto convencional. Las técnicas de bulk fill dieron como resultado una menor tensión de la cúspide, estrés por contracción y mayor resistencia a la fractura¹¹.

2.1.2. Antecedentes Nacionales:

LÓPEZ J. (Lima - 2018). “Resistencia compresiva de tres resinas compuestas indicadas para restauración posterior, in vitro, Lima – 2018.

Objetivo: El estudio tuvo como objetivo comparar la resistencia compresiva de tres resinas compuestas indicadas para restauración dental posterior: Nanoparticulada Filtek Bulk Fill, nanohíbrida Filtek Z250XT y microhíbrida Filtek P60.

Materiales y métodos: El estudio fue de tipo experimental, comparativo, transversal y prospectivo. Se confeccionaron 24 probetas cilíndricas de 4mm de diámetro y 8mm de altura, y se dividieron en 3 grupos de 8 unidades cada uno, de acuerdo con el tipo de resina utilizado; luego se colocaron en recipientes con 30ml de agua destilada y se almacenaron en una estufa a 37°C durante 24 horas. La prueba de resistencia a la compresión se realizó en una máquina digital de ensayo universal CMT-5L marca LG, registrando la fuerza ejercida al momento de la fractura de la probeta. Se usó la prueba estadística ANOVA de un factor y la prueba Post Hoc de Tukey.

Resultados: Los promedios de resistencia compresiva fueron de 195,84 MPa para Filtek Bulk Fill; 289,39 MPa para Filtek Z250XT y 268,83 MPa para Filtek P60.

Conclusión: Se concluyó que existe diferencia significativa entre la resina Filtek Bulk Fill con respecto a las resinas Filtek Z250XT y Filtek P60, pero entre éstas dos últimas resinas no existe diferencia significativa¹².

GARCIA J. (Ica - 2017). “Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek P60® y Filtek™ Bulk Fill® para restauración de piezas posteriores, 2017”.

Objetivo: El estudio tuvo como objetivo determinar si existe diferencias significativas en la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek P60® y Filtek™ Bulk Fill® para la restauración de piezas posteriores en el año 2017.

Materiales y métodos: Para el muestreo se eligió el algoritmo matemático para la comparación de dos grupos resultando ser finalmente 10 bloques cilíndricos

para la resina Filtek P60® y 10 bloques para la resina Filtek™ Bulk Fill®. El procesamiento se realizó en el paquete estadístico IBM SPSS Statistics versión 22 complementado con el programa Minitab versión 18 y para su análisis se utilizó la prueba estadística paramétrica T de Student para muestras independientes.

Resultados: El estudio demostró que la resistencia compresiva de la resina compuesta Filtek P60® estuvo comprendido entre 229,51 a 351,17 MPa con una media de $293,5 \pm 46,3$ IC95% = [264,85 – 322,17]; con un coeficiente de variación de 0,16. La resistencia compresiva de la resina compuesta Filtek™ Bulk Fill® estuvo comprendido entre 195,10 a 273,14 MPa con una media de $230,72 \pm 22,5$ IC95% = [216,77 – 244,67]; con un coeficiente de variación de 0,09.

Conclusión: Existe diferencias significativas en la resistencia compresiva in vitro de la resina compuesta Filtek P60® en comparación con la resina compuesta Filtek™ Bulk Fill® para restauración de piezas posteriores en el año 2017. La resina compuesta Filtek P60® soporta una mayor resistencia compresiva que la resina compuesta Filtek™ Bulk Fill® ⁶.

MÁLAGA J. (Lima - 2016) “Técnicas de fotopolimerización complementaria en la evaluación de la microdureza en una resina compuesta de nanopartículas”

Objetivo: El estudio tuvo como objetivo comparar la microdureza en una resina compuesta de nanopartículas, frente a las técnicas de fotopolimerización complementaria; basándonos en el principio de longitud de onda e intensidad de luz que necesitan estos materiales para su conversión.

Materiales y métodos. Estudio experimental. Se fabricaron 90 bloques de una resina compuesta de nanopartículas cuyas medidas fueron 10mm de diámetro y 2mm de espesor, los cuales fueron separados en tres grupos, según el tipo de exposición de luz: técnica de Luz Baja (Soft star), técnica de luz Intermitente (Blinking light), técnica de Luz Intensa (bright light), posteriormente las muestras fueron llevadas a un indentador de última generación ZWICK / ROLL Indentec ZHV, con un aumento (ocular) de 20X para observar mejor la huella en donde se les aplicó una carga de 500g. sobre la superficie (Indentación), con el fin de determinar la microdureza.

Resultados: El estudio demostró según el análisis de ANOVA diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p < 0,05$); por lo que se evaluó con una prueba de comparación múltiple si los tres grupos fueron distintos o hay uno de ellos que difiere de los otros; encontrándose que existe diferencia estadísticamente significativa en los valores de microdureza en la técnica soft star con respecto a las otras técnicas.

Conclusión: La resina compuesta de nanopartículas, expuesta con la técnica Soft star, presenta mayor microdureza, frente a las expuestas con las otras técnicas; por lo que se recomienda el uso de esta técnica en la polimerización de una resina compuesta en cada incremento tanto en el sector anterior como posterior; con la finalidad de producir mayor conversión del monómero a polímero y de esta manera perdurar en el tiempo¹³.

CASTILLO F. (Arequipa – 2015) “Efecto in vitro de diferentes potencias de fotopolimerización con la unidad fotopolimerizadora luz led sobre la dureza superficial, media y profunda en cilindros de resinas bulkfill de 4mm de grosor”

Objetivo: el estudio tuvo como objetivo determinar la dureza superficial, media y profunda de la resina compuesta, a diferentes potencias de fotopolimerización de 900mv/cm², 1000mv/cm² y 1200mv/cm², con 2 unidades de fotopolimerización LED.

Materiales y métodos: Se utilizaron bloques cilíndricos, cuya matriz fue un sorbete, de 6mm de diámetro y 4mm de altura. La resina compuesta utilizada fue la resina SonicFill de Kerr. Las dos unidades fotopolimerizadoras que se utilizaron fueron la Unidad fotopolimerizadora LED D (650-900 mv/cm²) Woodpacker y la Unidad fotopolimerizadora LED B (1000-1200 mv/cm²) Woodpacker. Los bloques se dispusieron en 3 grupos, que fueron dados por las potencias de 900mv/cm², 1000mv/cm² y 1200mv/cm²; respectivamente, cada uno con 9 muestras, con un total de 27 muestras. Los 3 grupos se les fotopolimerizó a la menor distancia de 0 mm con las unidades fotopolimerizadoras LED, el tiempo de fotopolimerización de las muestras fue de 40 segundos. Una vez terminados todos los bloques, estos fueron almacenados en contenedores, para cada grupo, con cloruro de sodio al 0.9% (NaCl), por 24 horas. Posteriormente se procedió al pulido de cada muestra con discos de pulido Soflex, y finalizando con la pasta diamantada Diamond. Después llevamos a cabo la medición de la dureza superficial y profunda con el Durómetro Indentec, después realizamos un corte en los 2 mm de la muestra dividiéndola por la mitad para hallar la dureza media, y volviendo a utilizar el durómetro para hallar estos datos, se hallaron en la escala de Rockwell (HR), de allí se convirtieron los

datos a una escala de Vickers (HV). Para hallar si la variación de las muestras fue significativa se utilizó la prueba de T- Student.

Resultados: Los estudios demostraron que la dureza superficial obtenida, observándose que a nivel superficial la dureza alcanzó un promedio de 113.89V, mientras que a nivel medio esta fue de 117.67V. Según la prueba estadística, esta diferencia no es significativa, es decir ambos son iguales.

Comparando la dureza media, que tuvo en promedio un valor de 117.67V, con la profunda, que fue de 118.89V, las diferencias no son estadísticamente significativas, es decir, son iguales. Finalmente, al contrastar la dureza superficial, que fue de 113.89V, con la profunda, que alcanzó un valor de 118.89V, estas diferencias son estadísticamente significativas, es decir, la superficie de la resina alcanzó mayor dureza que la profunda.

Conclusión: La dureza superficial, media y profunda de las resinas compuestas Sonic Fill no tienen variación significativa estadísticamente, es decir, que la dureza superficial, media y profunda es similar¹⁴.

2.1.3. Antecedentes Regionales:

No se encontraron antecedentes regionales.

2.2. Bases teóricas y científicas:

2.2.1. Resistencia compresiva

Es la capacidad de los materiales para soportar una fuerza de compresión uniaxial previa a la fractura, en la cual se mide la relación de la fuerza máxima de compresión que puede ser recibida por el material con el área de sección transversal inicial. La prueba de resistencia a la compresión se realiza mediante la máquina de

ensayo universal, en la cual se aplica una carga uniaxial con una velocidad determinada. El cuerpo de prueba confeccionado resiste la carga aplicada hasta el momento en que se produce la fractura. En este preciso instante, se registra la resistencia máxima de compresión que puede soportar el material. En el caso de una pieza dental, el esmalte es la primera capa que se ve afectada por la aplicación de una fuerza. Esta se ve impactada en los puntos de contacto por la oclusión diaria. La fuerza masticatoria máxima registrada es de 4337N mantenida por 2 segundos. Sin embargo, las fuerzas registradas en la masticación, medidas con un tensómetro y sistemas de telemetría, tienen una media de 756N. Estas fuerzas disminuyen según la ubicación de la pieza dental. En la primera molar y segunda molar, dichas fuerzas varían entre 400 a 890N. En cambio, en el área de premolares se encuentra entre 222 y 445N. En caninos varía entre 133 a 334N y en la región de incisivos se registran fuerzas entre 89 y 111N. Por otro lado, cuando una pieza es restaurada con resina compuesta en la superficie oclusal, esta recibe la carga directamente en el material restaurador, la cual se ve desgastada o fracturada. Es decir, la resistencia a la compresión del material es dependiente de la carga oclusal y del tipo de resina que el profesional utilice ¹⁵.

Cálculo de la Resistencia Compresiva

Ya sabemos que los cuerpos ante cargas opuestas se deforman y se rompen. Estas deformaciones y rupturas no solo dependen de la naturaleza del biomaterial del cual se encuentran formados y de la carga aplicada, sino también de la forma del cuerpo.¹

Por lo general, son cuerpos cilíndricos; pensemos en una probeta confeccionada en una resina compuesta o composite, de 6mm de diámetro y 12mm de altura, a la que someteremos a una fuerza compresiva en una máquina de ensayo universal, que progresivamente irá aumentando. Calcularemos primero la superficie del cuerpo en donde actuara una carga compresiva, sabiendo que este es un cilindro de 6mm de diámetro (radio =3mm).¹

La superficie de una cara de un cilindro es igual a:

$$S = \pi \times r^2$$

Por lo tanto, el cálculo de una superficie de un cilindro en prueba nos dará:

$$S = 3,1416 \times 3^2 = 28,27\text{mm}^2 = 0,283\text{cm}^2$$

Si el cuerpo de prueba de las dimensiones dadas se rompe ante una fuerza teórica de 250kg, podremos calcular su resistencia compresiva.¹

La fórmula para calcular la resistencia es la misma que se utiliza para calcular la presión o la tensión, por lo tanto, será el cociente entre la fuerza (250 kg) y el área (0,283cm²)¹.

2.2.2. Resinas compuestas

Las resinas compuestas tuvieron sus inicios durante la primera mitad del siglo XX. En ese entonces, los únicos materiales que tenían color del diente y que podían ser empleados como material de restauración estética eran los silicatos. Estos materiales tenían grandes desventajas siendo la principal, el desgaste que sufrían al poco tiempo de ser colocados. A finales de los años 40, las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) reemplazaron a los silicatos. Estas

resinas tenían un color parecido al de los dientes, eran insolubles a los fluidos orales, fáciles de manipular y tenían bajo costo. Lamentablemente, estas resinas acrílicas presentan baja resistencia al desgaste y contracción de polimerización muy elevada y en consecuencia mucha filtración marginal ².

En el año 1955 Buonocore utilizó el ácido ortofosfórico para incrementar la adhesión de las resinas acrílicas en la superficie adamantina. En el año 1962 el Dr. Ray. L. Bowen desarrolló un nuevo tipo de resina compuesta; la principal innovación fue la matriz de resina de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno para tratar de mejorar las propiedades físicas de las resinas acrílicas, cuyos monómeros permitían solamente la formación de polímeros de cadenas lineales ¹⁶.

Estos primeros composites de curado químico exigían mezclar la pasta base con el catalizador con los consiguientes problemas derivados de la proporción, batido y estabilidad de color. A partir del año 1970 aparecieron los materiales compuestos polimerizados mediante radiaciones electromagnéticas que obviaban la mezcla y sus inconvenientes, se utilizó en los primeros momentos la energía luminosa de una fuente de luz ultravioleta (365nm), pero ante sus efectos iatrogénicos y su poca profundidad de polimerización, fue sustituida por la luz visible (427 - 491nm), actualmente en uso y desarrollo ¹⁶.

2.2.3. Composición química

Las resinas compuestas para uso dental consisten en partículas de relleno inorgánicas inmersas en una matriz orgánica de polímeros en las que las partículas inorgánicas están recubiertas con un compuesto de silano activo que une a las

partículas de relleno con la resina, proporcionando, la unión de esta fase inorgánica a la fase orgánica, lo cual dota a la restauración final con mejores propiedades que las que pudiera presentar en forma individual y por si solas cada fase (**figura 1**)¹⁷.

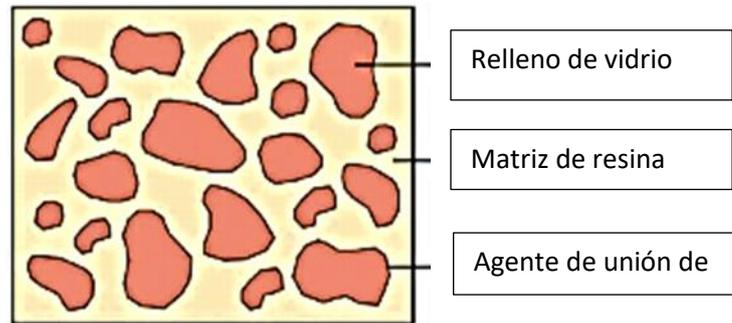


Figura 1. Composición química de la resina

Los componentes estructurales básicos de las resinas compuestas son ²:

- **Matriz:** Material de resina plástica que forma una fase continua.
- **Relleno:** Partículas / fibras de refuerzo que forman una fase dispersa.
- **Agente de conexión o acoplamiento:** que favorece la unión del relleno con la matriz (conocido como Silano).
- **Sistema activador:** iniciador de la polimerización
- **Pigmentos:** que permiten obtener el color semejante de los dientes.
- **Inhibidores de la polimerización:** los cuales alargan la vida de almacenamiento y aumentan el tiempo de trabajo².

a) Matriz resinosa:

Está constituida por monómeros de dimetacrilato alifáticos u aromáticos. El monómero base más utilizada durante los últimos 30 años ha sido el Bis-GMA (Bisfenol-A- Glicidil Metacrilato). Su gran viscosidad constituye un inconveniente, puesto que limita la cantidad de relleno que puede ser incorporado a la matriz; para compensar esto es que las formulaciones para composite combinan el Bis-GMA con diversos monómeros de menor peso molecular que actúan como diluyentes o controladores de viscosidad, tales como el Bis-DMA (bisfenol A dimetacrilato), UDMA (uretanodimetacrilato), MMA (metil-metacrilato), EGDMA (etilenglicol-dimetacrilato) y TEGDMA (tri-etilenglicol-dimetacrilato). Estos monómeros, al igual que el Bis-GMA, son multifuncionales y permiten la formación de enlaces entre las cadenas poliméricas o “enlaces cruzados”, que mejoran las propiedades físicas y mecánicas de la matriz. No obstante, la incorporación de diluyentes está limitada por los efectos no deseables que produce: una mayor contracción de polimerización y la generación de una resina compuesta con menor resistencia a la abrasión y flexibilidad aumentada¹⁸.

b) Partículas de relleno

Son las que proporcionan estabilidad dimensional a la matriz resinosa y mejoran sus propiedades. La adición de estas partículas a la matriz reduce la contracción de polimerización, la sorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica, proporcionando un aumento de la

resistencia a la tracción, a la compresión y a la abrasión, aumentando el módulo de elasticidad (Rigidez). Las partículas de relleno más utilizadas son las de cuarzo o vidrio de bario y son obtenidas de diferentes tamaños. También son utilizadas partículas de sílice de un tamaño aproximado de 0,04mm (micropartículas), las cuales son obtenidas a través de procesos pirolíticos (quema) o de precipitación (sílice coloidal). La tendencia actual es la disminución del tamaño de las partículas, haciendo que la distribución sea lo más cercana posible, en torno a 0.05 μ m. Es importante resaltar que cuanto mayor sea la incorporación de relleno a la matriz, mejor serían las propiedades de la resina, ya que, produce menor contracción de polimerización y en consecuencia menor filtración marginal. Sin embargo, con esto, las resinas con altísima incorporación de relleno acaban contrayendo menos, pero causando mayor estrés de contracción lo que conlleva a mayor filtración, por ser demasiado rígidas².

c) Agente de conexión o de acoplamiento

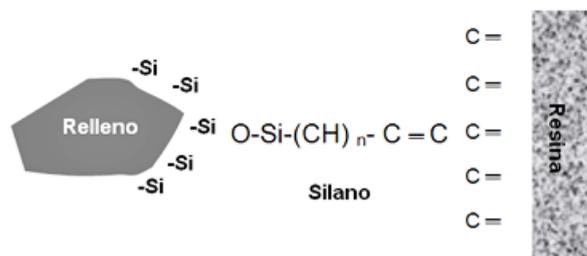
Para conseguir una buena unión entre el relleno inorgánico y la matriz polimérica, los fabricantes tratan la superficie de los rellenos con un silicio orgánico (silano). El silano mejora las propiedades físicas y mecánicas de la resina compuesta, pues establece una transferencia de tensiones de la fase que se deforma fácilmente (matriz resinosa), para la fase más rígida (partículas de relleno) (**figura 2**). Además, estos agentes de acoplamiento previenen la penetración de agua en la interfase

BisGMA / Partículas de relleno, promoviendo una estabilidad hidrolítica en el interior de la resina.

Los agentes de unión más utilizados son los organosilanos, sin embargo, también podemos encontrar titanatos y zirconatos. Estos agentes cumplen una función importante al distribuir las cargas masticatorias en forma uniforme, pero cuando existe desequilibrio en la formación de enlaces hacen que las tensiones se ubiquen en la interfase carga/matriz generando grietas en la restauración las mismas que traen como consecuencia el deterioro de las propiedades mecánicas y físicas¹⁹.

Figura 2.

Agente de Conexión Silano



d) Sistema iniciador-activador de polimerización.

La reacción de adición permite que los monómeros se polimericen, esta se inicia con la generación de radicales libres los cuales son formados por estímulos físicos o químicos. Debido a “esta” connotación muchos materiales son clasificados en dos grupos: resinas compuestas activadas químicamente y resinas compuestas fotoactivadas²⁰:

Resinas compuestas químicamente activadas

Se presentan en dos pastas: base y catalizador. La base contiene el iniciador que es peróxido de benzoilo el mismo que al entrar en unión

con el catalizador formado por la amina terciaria dimetilparatoluidina o dihidroxietilparatoluidina produce radicales libres que rompen el doble enlace del monómero y dan paso a la reacción de polimerización²⁰.

Resinas compuestas fotoactivadas

Foto iniciadores

Con la finalidad de prevenir alteraciones en el color, los fotoiniciadores son moléculas que representan el 0.5% de la composición del material; entre los más usados tenemos: canforoquinonas, lucerinas, fenilpropanodionas (PPD), óxido monoacilfosfina (MAPO), óxido bisacilfosfina (BAPOP), lucirin TPO, entre otros²⁰.

Resinas activadas por polimerización dual

En este tipo de resinas la polimerización ocurre tanto de manera química como física, por lo tanto, es viable obtener beneficios clínicos como la activación química en donde la luz no puede llegar y viceversa²⁰.

e) Pigmentos que permiten obtener el color semejante de los dientes

La amplia gama de colores en resinas permite reproducir las estructuras dentales, es así como para obtener estas modificaciones se requiere la incorporación de pigmentos inorgánicos (óxidos metálicos), estos en mayores concentraciones produce colores similares a la dentina y en menores concentraciones colores para la restauración de esmalte²⁰.

f) Inhibidores de la polimerización, los cuales alargan la vida de almacenamiento y aumentan el tiempo de trabajo

Con el objetivo de impedir una polimerización abierta, los composites poseen inhibidores que neutralizan los radicales libres y permiten así

controlar los tiempos del tratamiento e impedir la polimerización prematura. Se encuentran en una cantidad de 0.01%, entre los más utilizados tenemos: hidroxitolueno butílico, hidroquinonas y oxígeno.

2.2.4. Clasificación de las resinas

a) Clasificación de las resinas según el tamaño de las partículas de relleno

- **Resinas compuestas de macrorrelleno:**

Predominan los rellenos de cuarzo y vidrio de estroncio o bario, pero el cuarzo, aunque es estético produce alto desgaste del antagonista y no tiene matriz orgánica. Refuerzo o relleno inorgánico Silano, une las fases orgánica e inorgánica modificado de radiopacidad. El tamaño de partícula promedio oscila entre 1 a 100 μm . con un 75% a 80% en peso y 60% - 70% en volumen, no tienen uso clínico debido a su pobre acabado superficial, además, la rugosidad influencia el poco brillo superficial y produce una mayor susceptibilidad a la pigmentación. Presentación en dos pastas (autopolimerización)²¹.

- **Resinas compuestas de microrelleno:**

Dado su tamaño de partícula pequeño, de 0,04 a 0,4 μm . que resulta inferior a la longitud de onda del espectro visible, presentan una mayor translucidez y una excepcional capacidad de pulido. Sin embargo, al tener las partículas de sílice coloidal una tendencia a aglutinarse, y presentar una elevada superficie a humectar, ha sido posible llevar el contenido inorgánico tan solo a un nivel de entre el 35-65% en peso. Esto limita las propiedades mecánicas del material colocándolas por debajo de

las resinas compuestas de partícula pequeña, por lo que no se encuentran indicadas para restauraciones que requieran de resistencia a la abrasión, ni de elevadas exigencias funcionales. Además, presentan mayor absorción de agua debido a su mayor contenido orgánico, junto con un mayor coeficiente de variación dimensional térmico²².

- **Resinas compuestas híbridas:**

Estas resinas compuestas buscan combinar las propiedades físicas y mecánicas de los sistemas de partículas convencionales y la capacidad de pulido de los sistemas de partículas de microrelleno, logrando resultados intermedios entre ambos sistemas. Esta tecnología híbrida permite una alta carga de relleno en la resina compuesta, lo cual permite recuperar gran parte de las propiedades mecánicas que se habían perdido con los sistemas de microrelleno, aunque no logran igualar su capacidad de pulido. El tamaño de partícula de relleno en estas resinas híbridas oscila entre 0.04 – 5 micrones, constituyendo un 75 a 80% aproximadamente de la resina compuesta, pero el tamaño promedio está por sobre el micrón¹.

- **Resinas compuestas microhíbridas:**

En el caso de los microhíbridos, se trata de un tipo de composite que contiene dos tipos de rellenos combinados, con un alto contenido en partículas submicrónicas de formas irregulares. La distribución de las partículas proporciona un buen empaquetamiento, permitiendo conseguir composites de alta carga con un buen manejo clínico. Teniendo entre un 60% y un 70% de relleno en volumen (lo que equivale a un 77%-84% en

peso). Sus propiedades principales son una buena resistencia al desgaste y fractura, junto con un buen manejo clínico y pulido. Sin embargo, tienen como defecto la pérdida del pulido en un tiempo reducido. Estos sistemas de resina compuesta están constituidos por partículas de relleno que oscilan entre los 0.04 – 3 micrones, con un promedio de tamaño que oscila entre 0.4 y 0.8 micrones ²³.

- **Resinas compuestas de nanorelleno:**

Se han desarrollado estos sistemas de resinas compuestas con partículas de relleno que van de 0.02 a 0.075 micrones. Estos sistemas poseen una buena resistencia al desgaste gracias al tipo de relleno de estroncio vítreo que poseen. Este relleno nanométrico genera un pulido de larga duración de la resina compuesta, manteniendo las propiedades de resistencia mecánica¹.

- **Resinas compuestas nanohíbridas**

Este tipo de resinas compuestas ha generado mucha confusión al tratar de clasificarlas y describir sus características clínicas, pues difieren francamente de las resinas de nanorelleno. Según Vargas, actualmente se viene empleando el término "nanohíbridas", que significa la incorporación de nanopartículas dentro de un material microhíbrido. En esencia, todo híbrido que contiene sílice pirogénica de 0.04um = 40 nanómetros pueden denominarse "nanohíbrido". Así que, estos tipos de resinas ciertamente poseen partículas nanométricas en su composición inorgánica que oscila entre 20 a 60nm, pero a diferencia de las de nanorelleno no poseen un nanoclúster que esté formado por

nanopartículas a manera de un racimo, en reemplazo de este tienen un microrelleno promedio de 0.7 micrones. Estas partículas actuarán como soporte para las nanométricas y otorgan viscosidad al material, regulan la consistencia, dan el color y la radiopacidad¹.

b) Clasificación según su viscosidad

- **Resinas compuestas de baja viscosidad**

Son resinas a las cuales se les ha disminuido el porcentaje de relleno inorgánico y se han agregado a la matriz algunas sustancias o modificadores reológicos (diluyentes) para de esta forma tornarlas menos viscosas o fluidas. Poseen alta capacidad de humectación de la superficie dental (asegura la penetración en todas las irregularidades) tienen el potencial de fluir en pequeños socavados, puede formar espesores de capa mínimos, lo que previene el atrapamiento de burbujas de aire, tiene una alta elasticidad o bajo módulo elástico (3,6 - 7,6 GPa), lo cual se ha demostrado que provee una capa elástica entre la dentina y el material restaurador que puede absorber la contracción de polimerización asegurando la continuidad en la superficie adhesiva y reduce la posibilidad de desalojo en áreas de concentración de estrés. Aunque este tipo de resinas posee una alta contracción de polimerización (4 a 7 %), su gran elasticidad es un factor que contrarresta el esfuerzo interfacial. Sin embargo, la radiopacidad de la mayoría de estos materiales es insuficiente²⁴.

- **Resinas compuestas de alta viscosidad.**

Las resinas compuestas de alta densidad son resinas con un alto porcentaje de relleno. Sin embargo, ellas no se condensan ya que no

disminuyen su volumen al compactarlas, sencillamente ofrecen una alta viscosidad que trata de imitar la técnica de colocación de las amalgamas. Para obtener esta característica, se desarrolló un compuesto denominado PRIMM (PolimericRigidInorganic Matrix Material), formado por una resina BisGMAó UDMA y un alto porcentaje de relleno de partículas irregulares (superior a un 80% en peso) de cerámica (Alúmina y Bióxido de Silicio). Como principales inconvenientes destacan la difícil adaptación entre una capa de resina y otra, la dificultad de manipulación y la poca estética en los dientes anteriores. Un aspecto que se debe tomar en cuenta es la forma de polimerización, ya que se han obtenido mejores resultados con la técnica de polimerización retardada²⁴.

c) Clasificación según tipo de monómero que compone la matriz

- **Bis-GMA:** Bisfenol-glicidil metacrilato. Posee un grupo activo a cada extremo de la cadena. Como características se cuentan su viscosidad²⁹.
- **UDMA o DMU:** Dimetacrilato de uretano. Es una cadena más larga que la anterior, más fluido y pegajoso, con mejores propiedades ópticas²⁵.
- **Mixtas:** Composites que en su composición combinan distintos tipos de monómeros con el fin de mejorar algunas propiedades del material. Los monómeros que las componen pueden ser Bis-Gma, UDMA y/o TEGDMA²⁵.

d) Clasificación según su activación

- **Activación Química:** Las resinas activadas químicamente son de uso clínico y vienen normalmente en una presentación de dos pastas donde un tubo contiene el iniciador, normalmente peróxido de benzoilo (PB), y una amina aromática en el segundo tubo como activador, por ejemplo, N-dimetil-ptoluidina. Al reaccionar juntos se liberan los radicales libres que inician la reacción de polimerización. Este mecanismo de polimerización se emplea actualmente en algunos cementos dentales y en conjunto con un sistema de activación por luz en los llamados cementos de curado dual²⁵.
- **Activación por Luz:** La activación por luz corresponde al mecanismo de activación más extendido en la actualidad. Este tipo de resinas se comercializa en un solo tubo y no requiere mezcla. Actualmente para su activación con luz visible, el sistema de iniciación corresponde a un fotosensibilizador, normalmente canforoquinona (CQ), que en su estado excitado, interactúa con una amina alifática como iniciador en presencia de luz. La CQ absorbe luz con longitudes de onda entre los 400 y 500 nm con un peak de 468nm y se utiliza en pequeñas cantidades de menos de 0,2% en peso. Asimismo, la amina también se utiliza en pequeñas cantidades de aproximadamente 0,15% en peso como iniciador. Son varias las moléculas adecuadas para interactuar con la CQ como el dimetilaminoetil metacrilato (DMAEMA)²⁵.

- **Activación por Calor:** Este mecanismo de polimerización es utilizado para la activación de resinas indirectas. La temperatura usada para su polimerización varía usualmente entre los 120-140°C²⁵.
- **Activación Mixta:** Corresponde a la combinación de distintos sistemas de polimerización, tales como calor-presión, luz-presión, calor-luz o foto-auto polimerización, siendo esta última combinación la más utilizada hoy en día en las resinas compuestas destinadas a la fijación de estructuras en boca²⁵.

Otro parámetro de clasificación es según la forma en que se activa la polimerización. De acuerdo con esto, las podemos clasificar en²⁶:

Polimerización Dual: polimerizan a través de 2 de los sistemas analizados anteriormente, siendo la más común una combinación entre auto y fotopolimerización²⁶.

2.2.5. Propiedades de las resinas

a) Variación dimensional térmica

Es el cambio de dimensión de un material cuando su temperatura varía. Lo que requiere es que el coeficiente del material restaurador sea lo más similar posible al de los tejidos dentarios. En caso de no ser así, al producirse una variación brusca de la temperatura intrabucal (por ejemplo, al comer un helado) el material restaurador se contraerá más que el diente, generando una tensión que puede producir una separación a nivel de interfase diente-restauración con la consiguiente penetración de los fluidos bucales en este espacio. Al normalizarse la temperatura

intraoral la restauración vuelve a su volumen original, expulsando de la interfase los fluidos que previamente se habían infiltrado. Las resinas compuestas tienen un coeficiente de expansión térmica unas tres veces mayor que la estructura dental, lo cual es significativo, ya que, las restauraciones pueden estar sometidas a temperaturas que van desde los 0° C hasta los 60° C²⁷.

b) Conductividad térmica

La conductividad térmica de una sustancia es la cantidad de calor, en calorías o Joules por segundo, que pasan a través de un cuerpo de 1 cm. de espesor con una sección de 1cm². La matriz orgánica de la resina compuesta y el relleno inorgánico son malos conductores térmicos, por lo tanto, ante cambios térmicos pasajeros la restauración no cambiará de temperatura tan rápidamente como la estructura dentaria. Sin embargo, se puede apreciar que los sistemas convencionales poseen una conductividad térmica tres veces más alta que los sistemas de microrelleno²⁸

c) Sorción acuosa

Se define como la cantidad de agua adsorbida sobre la superficie de un material y la absorbida al interior de este. Para las resinas compuestas la presencia de sorción acuosa se traduce clínicamente en una expansión higroscópica, la cual podemos minimizar en la medida que el monómero de la resina compuesta sea de mayor peso molecular²⁹.

d) Módulo de elasticidad

Expresa la rigidez de un material dado. Para las resinas compuestas depende directamente de la cantidad de relleno y del grado de

polimerización de la fase matriz, aumentando exponencialmente con el porcentaje de la fracción volumétrica del relleno²⁷.

e) Resistencia a la compresión y a la tracción

La tracción es la fuerza que tiende a alargar la longitud de un cuerpo mientras que la compresión es todo lo contrario. Es directamente proporcional a la cantidad de relleno inorgánico presente en la resina compuesta y al grado de polimerización de la matriz, además depende del tamaño de las partículas de relleno. Las resinas compuestas híbridas poseen mayor resistencia a la compresión que las de microrelleno debido a que estas últimas no logran incorporar en su masa una alta cantidad de partículas de relleno. A su vez, las resinas compuestas híbridas poseen una mayor resistencia a la compresión que las convencionales, debido a que, para un mismo porcentaje de relleno, la disminución del tamaño de partícula se traduce en un incremento de la resistencia a la compresión³⁰

f) Contracción de polimerización

La contracción de polimerización siempre es un fenómeno anexo a la polimerización. Por lo tanto, cualquier material que endurezca por esta vía presentará algún grado de variación dimensional. La contracción que experimentan las resinas compuestas al polimerizar dependerá del tamaño y la cantidad de partículas monoméricas, del módulo de elasticidad de la resina compuesta, de la deformación durante su endurecimiento, de la calidad de la junta adhesiva lograda con los tejidos dentarios y del sistema y método de fotoactivación³¹.

g) Estabilidad del color

Las resinas compuestas sufren alteraciones de color debido a manchas superficiales y decoloración interna. Las manchas superficiales están relacionadas con la penetración de colorantes provenientes principalmente de alimentos y cigarrillo, que pigmentan la resina. La decoloración interna ocurre como resultado de un proceso de foto oxidación de algunos componentes de las resinas como las aminas terciarias. Es importante destacar que las resinas fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas³².

h) Resistencia a la fractura

Es la tensión necesaria para provocar una fractura (resistencia máxima). Las resinas compuestas presentan diferentes resistencias a la fractura y va a depender de la cantidad de relleno, las resinas compuestas de alta viscosidad tienen alta resistencia a la fractura debido a que absorben y distribuyen mejor el impacto de las fuerzas de masticación³².

i) Resistencia al desgaste

Es la capacidad que poseen las resinas compuestas de oponerse a la pérdida superficial, como consecuencia del roce con la estructura dental, el bolo alimenticio o elementos tales como cerdas de cepillos y palillos de dientes. Esta deficiencia no tiene efecto perjudicial inmediato, pero lleva a la pérdida de la forma anatómica de las restauraciones, disminuyendo la longevidad de estas. Cuanto mayor sea el porcentaje de relleno, menor el

tamaño y mayor la dureza de sus partículas, la resina tendrá menor abrasividad³².

2.2.6. Profundidad de curado

La profundidad de curado se define como la cantidad de resina compuesta que se polimeriza al incidir la luz de una lámpara de fotocurado con una intensidad promedio de 460mW/cm² en un tiempo determinado. La profundidad de curado está limitada por la absorción de la luz y la dispersión de ésta por el material restaurador, ambos fenómenos están influenciados por varios factores Canforquinona + Aminas Lucerin TPO Ivocerin. El método convencional y recomendado de restauración utilizando resinas compuestas es la técnica incremental, que puede llegar a demandar mucho tiempo clínico. Los fabricantes de materiales dentales siempre están buscando la manera de simplificar las cosas, y han creado una resina compuesta que puede, ser aplicado en un solo incremento. Las resinas BulkFill, aseguran una profundidad de curado en espesores de hasta 5 mm, lo que disminuye el tiempo clínico. Para poder evaluar la profundidad de curado de las resinas compuestas se utilizan principalmente 2 formas: el Protocolo ISO 4049:2009 para materiales resinosos y el Protocolo de Perfiles de Dureza Vickers³³.

➤ Prueba de Profundidad de Curado ISO 4049:2009

Es rellenar un molde metálico de medidas definidas y estandarizadas con la resina compuesta a evaluar, fotopolimerizar por el tiempo estipulado por el fabricante, luego retirar el material polimerizado (cuerpo de prueba) del molde y eliminar la porción no polimerizada de resina de la parte inferior del cuerpo de prueba. Se registra la longitud total de este cuerpo de prueba y se divide por

2. La razón de dividir la longitud total de este cuerpo de prueba en 2 es asegurar que la profundidad de curado obtenida cumpla con la normativa que asegure un grado de conversión aceptable $> 50\%$. Como requisito la norma ISO 4049 establece que la profundidad de curado mínima de una resina compuesta debe ser de 1.5 mm, además exige que la profundidad de curado no debe diferir en más de 0,5 mm por debajo del valor indicado por el fabricante³³.

➤ **Prueba de Microdureza de Vickers**

Para definir la profundidad de curado basado en mediciones de dureza superior e inferior, lo común es calcular la relación de dureza inferior / superior y dar un valor mínimo arbitrario de esta relación a fin de considerar la superficie inferior como curados adecuadamente, los valores de 0.80 y 0.85 se usan generalmente. Para tener un resultado satisfactorio, el valor promedio total obtenido debe ser al menos un 80% de dureza superficial en la base con respecto a la superficie externa superior, de acuerdo con lo establecido en la Norma ISO 4049. Se considera que el material resinoso está completamente polimerizado cuando las diferencias entre ambas mediciones son superiores a 80%, por lo tanto, una relación inferior nos indica que el material no ha polimerizado completamente³³.

2.2.7. Resinas bulk fill

Se caracteriza por su aplicación en bloques de hasta 4mm permitiendo una disminución de tiempo clínico. Actualmente podemos encontrar en el mercado resinas Bulk de dos tipos: las de tipo modelable y las fluidas. En el caso de las resinas en bloque de tipo fluido se utilizan para aplicar en zonas de dentina profundas concluyendo la restauración con una resina convencional, debido a su

bajo nivel de resistencia al desgaste, es por ello que la resina fluida no es recomendada en cavidades clase II ya que queda expuesta en la zona proximal. Para reducir el estrés de contracción, las resinas bulk poseen unas partículas denominadas mitigadores de estrés, los cuales certifican un buen sellado marginal. Estos mitigadores tienen un bajo módulo de elasticidad actuando como muelles en el proceso de contracción³⁸.

Según Corral, Vildósola³⁵ estas resinas pueden clasificarse según su viscosidad, indicación y técnica de aplicación de la siguiente manera:

- Resinas Bulk Fill de viscosidad fluida utilizadas como base para cavidades.
- Resinas Bulk Fill de viscosidad fluida y sónicamente activadas para la restauración directa de cavidades.
- Resinas Bulk Fill de viscosidad normal para restauraciones directas³⁹.

En lo que se refiere a la composición de las RBF (Resinas Bulk Fill), sus componentes son muy similares a los de las resinas convencionales, la matriz se compone básicamente de monómeros de BIS-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPDMA. Dependiendo de la casa fabricante, se han adicionado monómeros distintos o se ha modificado el clásico monómero de Bowen (BIS-GMA) por otros de menos viscosidad, los cuales brindan mayor fluidez al material y por tanto menor contracción por polimerización³⁵.

En lo que se refiere al relleno, se ha observado una disminución en la proporción de éste; si se compara con las resinas compuestas convencionales; además de un aumento en el tamaño de las partículas en algunas de estas resinas.

Lo anterior permitiría una mayor profundidad de curado debido a la disminución de la diferencia entre el índice de refracción de matriz y relleno³⁵.

Existen cinco aspectos relevantes clínicamente y por los cuales las RBF han sido objeto de varios estudios in-vitro, ya que son aspectos que permiten evaluar su capacidad como material restaurador³⁶:

- **Profundidad de curado:** La falta de polimerización en las capas más internas de la cavidad genera degradación del material y por consiguiente disminución en sus propiedades mecánicas. Según la norma ISO 4049-2009 la profundidad de curado no debe ser menor que 0.5mm del valor establecido por la casa fabricante³⁶.
- **Contracción y estrés por polimerización:** Aunque la técnica incremental se desarrolló como respuesta a este aspecto, con la aparición de las RBF, los estudios relacionados aún son escasos; se ha observado menor flexión cuspídea en premolares con restauraciones clase II mediante técnica de monobloque, comparada con las restauradas mediante técnica incremental. Estos mismos estudios muestran también un menor estrés por polimerización en RBF frente a las convencionales en pasta y fluida, obteniéndose en este último caso variantes dependiendo del producto³⁶.
- **Integridad marginal:** este aspecto se relaciona íntimamente con el punto anterior, no se han encontrado diferencias significativas entre la integridad marginal al comparar RBF frente a resina convencional, se carece de estudios in-vitro que comprueben este aspecto³⁶.

- **Propiedades de manipulación:** por su menor contenido de relleno, las RBF presentan menor grado de viscosidad, lo que dificulta al clínico poderlas esculpir fácilmente³⁶.
- **Propiedades mecánicas:** su estudio es de mucha importancia debido a que un material debe soportar las fuerzas masticatorias, principalmente la RBF de viscosidad normal, que soporta carga oclusal directa³⁶.

En lo que se refiere a resistencia de flexión, según un estudio realizado por la ADA, se obtuvieron valores superiores a 80 MPa, mismos que fueron comparables a los obtenidos por las RC convencionales, pero mayores a los de la RC fluida. En cuanto a dureza superficial, las RBF de viscosidad normal cumplen las especificaciones de la ADA, según una evaluación realizada por este mismo ente; esta característica es de mucha importancia, pues demuestra que es un material capaz de resistir las fuerzas oclusales. Otras variables evaluadas fueron: el módulo de indentación, dureza, módulo flexural y resistencia a la deformación, las cuales tienen una estrecha relación con la cantidad de relleno presente en la resina, y que como se ha mencionado anteriormente, en algunas RBF está reducido. Es por esta razón que aquellas RBF de viscosidad fluida (menor relleno) requieren de la colocación de una capa superficial de RC (Resina Convencional) para poder resistir la aplicación de fuerzas en zonas de alta carga oclusal³⁶.

a) **Resina filtek Bulk Fill 3M ESPE**

El material restaurador posterior de relleno en bloque es una resina restauradora activada por luz visible y optimizada para crear restauraciones

posteriores más simples y rápidas. El material de relleno en bloque ofrece excelente resistencia y bajo nivel de desgaste para una mayor durabilidad. Los tonos son semitraslúcidos y polimerizados de bajo estrés, lo que permite profundidad de polimerización de hasta 5 mm. Posee una excelente retención del pulido, también es útil para restauraciones en la parte anterior. Todos los tonos son radiopacos. Todos estos rellenos son una combinación de un relleno de³⁶:

- ✓ Sílice de 20 nanómetros no aglomerado, no agregado.
- ✓ Relleno de circonio de 4 a 11 nm no aglomerado, no agregado.
- ✓ Relleno agrupado de sílice/circonio agregado (compuesto de partículas de sílice de 20 nm y de circonio de 4 a 11nm).
- ✓ Relleno de trifluoruro de iterbio compuesto de partículas de aglomerado de 100nm. La carga de relleno inorgánica es aproximadamente del 76, 5% por peso, 58,4% por volumen. El restaurador posterior de relleno en bloque contiene ERGP-DMA, diuretano-DMA y 1,12-dodecano-DMA³⁶.

En cuanto a la polimerización, este producto está diseñado para polimerizarse con la exposición a una luz halógena o diodo emisor de luz led con una intensidad mínima de 550 mW/cm² en el rango de 400-500 nm, se recomienda polimerizar cada incremento exponiendo toda la superficie a una fuente de luz visible de alta intensidad y mantener la guía de luz tan cerca de la restauración como sea posible durante el proceso. En el caso de resinas Clase I, se recomienda una profundidad de incremento de 4mm, si se está utilizando una lámpara halógena con salida entre los 550-1000 mW/cm² son 40 segundos, y si es de luz led entre los 1000-2000, son 20 segundos³⁶.

b) Fotoiniciador de las resinas bulk

El Ivocerin permite una polimerización de diez segundos y este forma parte del sistema foto-iniciador de la Tetric N-CeramBulkFill. El Ivocerin es un potenciador capaz de proporcionar más reactividad a las luces de polimerización logrando polimerizar capas de hasta 4mm. Petrovic, Drobac, Sotjanac, y Atanackovic (2010) mencionan, que estos materiales a pesar de ser colocados en bloque no presentan separación a las paredes de la cavidad, manteniéndose sellados³⁴.

2.2.8. Resina FORMA (ultradent)

La resina Forma es un material estético altamente versátil que permite realizar restauraciones hermosas utilizando sólo un tono de cuerpo que logra mimetizarse en la restauración gracias a su combinación ideal de opalescencia y translucidez. Para procedimientos específicos, la resina Forma ofrece también 17 tonos adicionales entre dentina, esmalte y efectos para técnicas de estratificación³⁷.

Forma es una resina compuesta universal nanohíbrida con excelentes propiedades mecánicas, que logra el equilibrio entre la estética necesaria para restauraciones directas y la resistencia y la estabilidad de color que requiere una restauración de alta durabilidad clínica, aún en capas muy delgadas. Su exclusiva fórmula con zirconia y trifluoruro de iterbio le confiere a todos sus tonos exquisitas propiedades ópticas, incluyendo translucidez, opalescencia, radiopacidad y fluorescencia comparables a las del diente natural³⁷.

Indicaciones:

Forma es una excelente solución para todos los tipos de restauraciones, sean en dientes anteriores como en posteriores.

- Dientes Anteriores: Forma posee el equilibrio ideal de translucidez entre esmalte y dentina, ofreciendo con eficiencia y de manera sencilla resultados estéticos similares a largos procedimientos de estratificación.
- Dientes Posteriores: Forma contiene un alto porcentaje de relleno y excelentes propiedades mecánicas, ofreciendo la resistencia necesaria a ese tipo de procedimiento.

También está indicada para restauraciones indirectas como carillas, inlays y onlays³⁷.

Excelentes propiedades ópticas:

Su exclusiva fórmula con nanopartículas esféricas de zirconia y trifluoruro de iterbio para aumento de la radiopacidad, confiere a todos los tonos una translucidez equilibrada entre esmalte y dentina. Translucidez, opalescencia y radiopacidad comparables a las del diente natural³⁸.

Excelentes propiedades mecánicas: Por su alto porcentaje de relleno y excelentes propiedades mecánicas logra el equilibrio entre la estética necesaria para restauraciones directas y la resistencia y estabilidad de color que requiere una restauración de alta durabilidad clínica, aún en capas muy delgadas³⁸.

Manipulación y Pulido Superiores: Es fácil de modelar y muy linda de trabajar, sin adherirse a los instrumentos. Su capacidad de pulido es sorprendente, de modo que la restauración final podrá alcanzar un alto brillo que armonice de manera espectacular con la dentición natural³⁸.

Jeringa con un práctico diseño innovador:

- La tapa permanece unida a la jeringa (no se pierde ni se cae).

- El émbolo es ergonómico y permite dispensarla utilizando una sola mano.
- La rosca del émbolo está protegida por el capuchón transparente, para una fácil limpieza y desinfección³⁸.

Otra característica interesante es su consistencia de trabajo, más optimizada y más cómoda. La novedad aquí es que esa consistencia no fue obtenida por sustitución de los monómeros (en general, del Bis-GMA para TEGDMA), lo que a veces puede debilitar la resina, sino sustituyendo las partículas nanométricas de sílice coloidal de la carga por partículas nanométricas de zirconia³⁹.

La ventaja principal en la utilización de la zirconia nanométrica en relación con la sílice coloidal es la posibilidad de agregar más zirconia que sílice en la mezcla de la resina. Esto trae dos beneficios: más carga (y consecuentemente; menos monómeros), lo que equivale a mayor resistencia mecánica; y mayor cantidad de partículas nanométricas esféricas, lo que facilita el deslizamiento de las partículas micrométricas durante la manipulación y la adaptación del material en la cavidad. Por lo tanto, las partículas de zirconia pasan a actuar como esferas de rodamiento, de manera que las partículas mayores “ruedan” unas sobre otras durante la manipulación³⁹.

Un dato muy importante se relaciona con la interacción entre las partículas de zirconia y los monómeros de la resina, ya que la zirconia no es silanizable. De acuerdo con el proveedor de la materia prima, las partículas de zirconia nanométricas utilizadas por Ultradent en la resina Forma presentan un revestimiento de sílice pasible de silanización, lo que permite que las partículas pasen a presentar interacción química con los monómeros³⁹.

2.2.9. Técnica Incremental

Se caracteriza por la construcción progresiva de la restauración, agregando pequeños incrementos menores a 2mm de grosor de material en capas sucesivas, los cuales se van fotoactivando de manera consecutiva, con el fin de disminuir la magnitud del efecto de la contracción de polimerización y atenuar la tensión residual entre diente y restauración, mejorando así el sellado marginal de la restauración y reduciendo la posibilidad de microfiltración marginal⁴⁰.

Existen diversas formas de realizar la técnica incremental, entre las cuales podemos mencionar⁴⁰:

- **Técnica Horizontal:** Se incorporan incrementos en sentido vestíbulo palatino/lingual a lo largo de la preparación cavitaria, hasta llenar la preparación biológica⁴⁰.
- **Técnica Oblicua:** Consiste en la incorporación de incrementos triangulares u oblicuos en las paredes de la cavidad, los que son fotoactivados ya sea de forma directa o inicialmente a través de las paredes cavitarias y luego desde la superficie oclusal de forma directa, para así direccionar el vector de contracción hacia la superficie adhesiva⁴⁰.
- **Técnica por Cúspides:** Consiste en aplicar incrementos que permiten ir reconstruyendo cada cúspide en forma separada hasta completar la restauración⁴⁰.

Por años, la técnica más utilizada ha sido la técnica oblicua, sin embargo, en la actualidad se postula que la técnica horizontal daría el mismo resultado de

sellado marginal y con la ventaja de ser una técnica más sencilla, requiriendo un menor tiempo clínico y presentando una mayor facilidad en el actuar del clínico⁴¹.

2.2.10. Clasificación de las tecnologías para polimerización

a) Polimerización por Luz Ultravioleta.

Consistía en una unidad para la emisión de luz ultravioleta (365nm) a través de una varilla de cuarzo de una fuente de mercurio a alta presión desarrollada en los años 70⁴⁶. Los tiempos de exposición eran de 20 segundos. Además, existen antecedentes de posibles efectos nocivos producto de la exposición de tejido ocular a las emisiones de onda corta como quemaduras corneales y formación de cataratas, así como también cambios en la microflora oral⁴².

b) Polimerización por luz visible y luz halógena convencional.

El 24 de febrero de 1976 el Dr. Mohammed Bassoiuny colocó la primera resina dental polimerizada por luz visible en la boca de un colega. La optimización del sistema de iniciación utilizando canforquinona y una amina alifática como coiniador fue clave para el éxito de este sistema que continúa siendo el más utilizado hasta el día de hoy. La unidad consistía en una fuente halógena de cuarzo-tungsteno un cristal para la absorción de calor y un filtro lumínico que permitía el paso de luz entre 400 y 550 nm. Este sistema permitió la polimerización de incrementos de hasta 2mm en tiempos de 40 a 60 segundos y la minimización del riesgo de cataratas y alteraciones de la microflora oral⁴².

c) Luz de arco de plasma.

Fue desarrollada inicialmente para la visualización de campos operatorios (endoscopia, colonoscopia) La fuente consistía en dos electrodos de tungsteno

separados por una pequeña distancia dentro de una cámara llena de gas a alta presión. Al activarse, la corriente eléctrica ioniza el gas y forma un puente (plasma) entre ambos electrodos lo que inicia la emisión de luz. El gas utilizado inicialmente era Argón lo que entregaba una emisión extremadamente alta, por lo que se dijo que exposiciones de menos de un segundo eran suficientes para remplazar la exposición convencional de 40 a 60 segundos para luz halógena. Una unidad típica tenía una potencia de 2000mW/cm² y entregaba luz en un espectro de 380 a 500nm con un pico en torno a los 460nm donde la canforquinona tiene su absorción óptima, con el tiempo fueron capaces de lograr una polimerización adecuada con exposiciones de 10 segundos⁴².

d) Luz L.E.D.

La tecnología LED se basa en la diferencia entre dos sustratos semiconductores diferentes para determinar la longitud de onda de la luz emitida. Son mucho más eficientes que las fuentes para fotocurado previamente desarrolladas, más ligeras y pueden ser fácilmente alimentados por baterías permitiendo su portabilidad⁴².

- **L.E.D. de primera generación:** Fueron introducidas en el año 2000. El diseño constaba de una lámpara compuesta por múltiples unidades individuales que funcionaban al unísono, cada chip entregaba 30-60mW ubicados de tal forma que en conjunto lograban la potencia suficiente para activar la CQ. Existían diseños desde 7 a 64 unidades, pero aun así, la radiación producida no era equiparable a la de las lámparas halógenas⁴².
- **L.E.D. de segunda generación:** Gracias a avances realizados el año 2000 fue posible introducir múltiples diodos en un solo chip. Estos eran

elaborados para emitir una longitud de onda específica para la CQ siendo denominados LEDs dentales azules. Posteriormente, apareció un nuevo chip de 5W con 600mW de salida lo que entregaba una luminiscencia 10-20 veces mayor a los chips de primera generación. Sin embargo, las longitudes de onda emitidas tanto por estas lámparas como por las de primera generación se encontraban fuera del espectro para la activación de foto iniciadores alternativos⁴².

- **LED de tercera generación:** Las lámparas de tercera generación buscaron terminar con la limitación de sus predecesoras en la activación de foto iniciadores alternativos. Para esto las primeras unidades constaban de un chip de 5W rodeado de 4 LEDs violetas de baja potencia (alrededor de los 400 nm). Estas unidades se encuentran normalmente alimentadas por baterías de NiMH o Li-ion y son capaces de activar cualquier tipo de resina gracias a su amplio rango de longitud de onda⁴².

2.2.11. La polimerización

a) Definición y etapas de la polimerización

La polimerización consiste en la reacción de transformación del monómero a polímero y en el caso de las resinas compuestas, es un tipo de reacción por adición mediante radicales libres, la que ocurre en tres etapas a saber³¹:

- **Etapas de iniciación:** Proceso que se realiza a través de un agente iniciador. Éste forma radicales libres en los monómeros, quienes, al tener un electrón impar, es decir, al poseer dobles enlaces entre carbonos que se rompen, se convierten en un compuesto muy reactivo. Para que el iniciador cumpla su función, debe ser activado por un agente activador,

quien le otorga energía suficiente para combinarse con una molécula de BIS_GMA y romper el doble enlace entre carbonos, apareándose con uno de ellos y dejando libre el otro, el cual puede reaccionar con más monómero hasta completar el proceso de polimerización. El iniciador puede activarse a través de medios químicos o físicos⁴³.

- **Etapa de propagación:** Que es aquella donde ocurre el crecimiento y la formación de la cadena polimérica. El monómero activado reacciona con otro monómero, formando un dímero, que posee un radical libre en su carbono terminal, capaz de reaccionar entonces con otro monómero, formando un trímero, que también posee un radical libre en el carbono terminal. De esta forma, va creciendo la cadena polimérica, proceso conocido como crecimiento en cadena⁴³.
- **Etapa de terminación:** Que es la etapa donde cesa la formación de polímero por la inactivación de los radicales libres, debido a que éstos se recombinan entre sí. De esta forma, se obtiene un polímero inactivo⁴³.

b) Fenómenos asociados a la polimerización

- **Liberación de calor:** Este fenómeno se produce debido a que el material que polimeriza pasa de un estado de mayor energía a otro de menor energía, liberando la diferencia de energía como calor, por lo tanto, se trata de una reacción exotérmica⁴⁴.
- **Contracción de polimerización:** Este fenómeno se produce por una reducción de la distancia entre las moléculas monoméricas para reaccionar entre sí debido a este acercamiento la masa total de la resina compuesta se reduce en volumen⁴⁴.

c) Factores que afectan la calidad de polimerización

- **Tipo de material:** materiales más oscuros u opacos necesitan una mayor cantidad de luz para completar la polimerización, ya que la profundidad de polimerización es menor⁴⁵.
- **Unidad de luz empleada:** tiene que tener una intensidad lumínica adecuada (La intensidad de la luz debe ser igual o mayor de 600 mW/cm² para asegurar un mínimo de 400 n en el primer incremento de composite en cavidades posteriores), y un espectro de radiación acorde a la necesaria por el activador. (Longitud de onda entre 400 y 500 n.)⁴⁵.
- **Tiempo de fotoactivación:** un tiempo reducido de exposición no generará una polimerización completa. Depende del color del composite, potencia de la lámpara, profundidad de la cavidad, espesor de la capa, estructuras dentales interpuestas, cantidad de relleno del composite⁴⁵.
- **Espesor del material:** No debe ser mayor a 2 mm de espesor, ya que la luz al penetrar en la masa del material es absorbida y va perdiendo su capacidad de polimerizar⁴⁵.
- **Distancia luz-material:** debe ser mínima evitando siempre el contacto del material con la punta de la lámpara. Así se optimiza la potencia por unidad de superficie irradiada y la calidad de la polimerización es superior. (Distancia óptima: <1 mm, con la luz perpendicular al material⁴⁵).

2.2.12. Técnicas de foto polimerización

Hay autores que manifiestan que las intensidades altas producen una polimerización demasiado “súbita” y que como, a la vez, se utilizan sistemas

adhesivos al tejido dentario, el estrés debido a la contracción de polimerización en la interfase entre tejido dentario y material artificial puede ser intenso, podrían producirse agrietamientos o despegamientos, sensibilidad, etc. Téngase en cuenta, también, que la oferta de composiciones, colores, viscosidad (condensables, fluidas), etc. de las diferentes resinas compuestas disponibles es enorme. No resulta difícil comprender que los requerimientos entre ellas, o sus diversas familias, en cuanto a tipo y modo de actuar del agente inductor de la polimerización puedan ser muy diferentes⁴⁷.

En un intento de optimizar estos resultados, los diversos autores y equipos de investigación proponen continuamente diferentes sistemas o técnicas, jugando con tiempos, intensidades y modos de aplicación. En la figura 3 se presentan algunos de ellos, de forma esquemática, sin entrar en detalles concretos de cifras. Es un mundo muy cambiante. Cada técnica o sistema es mejor consultarlo en la información que ofrece cada fabricante de la lámpara y de la resina compuesta a utilizar. Mediante el auxilio de representación gráfica nos ayudaremos a comprender las diferentes técnicas, sistemas, modos o patrones, colocando en el eje de ordenadas intensidades y en el eje de abscisas: tiempos (figura 3)⁴⁷:

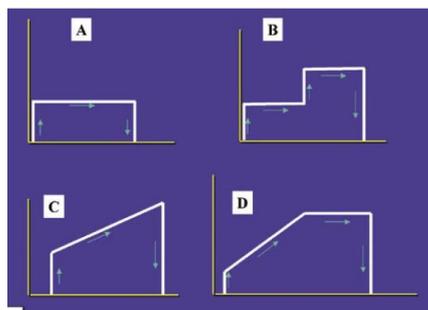


Figura 3.-técnicas de fotopolimerización

2.2.13. Lámpara de fotocurado Led.h Woodpecker

LED.H adopta el principio de solidificación de resinas sensibles a los disparos de rayos de luz por un corto tiempo.⁴⁸

LED.H (dental) está compuesta principalmente por un diodo LED de alta intensidad, fibra óptica y una unidad principal.⁴⁸

Fuente de luz⁴⁸:

- 5W luz azul LED de alta intensidad
- Longitud de onda: 420nm-480nm
- Intensidad de luz: 1000mW/cm² ~ 1200mW/cm²

Técnicas de fotopolimerización:

- **Técnica full:** La pantalla muestra 01, la LED dispara su máxima intensidad⁴⁸.
- **Técnica rampante:** La pantalla muestra 02, la LED se torna de débil a muy fuerte, alcanza su máxima intensidad en 5 segundos⁴⁸.
- **Técnica pulsátil:** La pantalla muestra 03, la LED trabaja en el modo de pulsos⁴⁸.

2.3. Definición de términos básicos.

- **Fotopolimerización:** Proceso químico por el que los monómeros de la matriz de resina del composite se agrupan entre sí dando lugar a una molécula de gran peso, llamada polímero, que, puede ser una cadena lineal o una macromolécula tridimensional⁴⁹. El iniciador es la canforoquinona,

sustancia que al absorber la luz en un rango de 470nm se activa para producir la polimerización⁵⁰.

- **Resistencia compresiva:** Es la capacidad de los materiales para soportar una fuerza de compresión uniaxial previa a la fractura, en la cual se mide la relación de la fuerza máxima de compresión que puede ser recibida por el material con el área de sección transversal inicial¹⁵.
- **Resina compuesta Filteck Bulk Fill (3M ESPE):** Es una resina restauradora posterior de relleno en bloque, activada por luz visible y optimizada para crear restauraciones posteriores más simples y rápidas; ofrece excelente resistencia y bajo nivel de desgaste para una mayor durabilidad³⁶.
- **Resina compuesta Forma (ULTRADENT):** Es una resina nanohíbrida de relleno incremental, con excelentes propiedades mecánicas, que logra el equilibrio entre la estética necesaria para restauraciones directas y la resistencia y la estabilidad de color que requiere una restauración de alta durabilidad clínica, aún en capas muy delgadas³⁷.
- **Resina compuesta:** Material sintético conformado por tres componentes, un componente orgánico o matriz, un componente inorgánico o material de relleno y un agente de unión. Muy utilizado en la odontología para diversos requerimientos terapéuticos por su estética, durabilidad y resistencia.
- **Técnicas de fotopolimerización:** Son sistemas, protocolos o patrones de funcionamiento en el que interactúa el tiempo, la intensidad y modo de aplicación de la luz para lograr un adecuado control de la contracción y polimerización del material de restauración.

- **Megapascales:** Es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades equivalente a N/mm^2 , Se define con la presión que ejerce una fuerza en la superficie.
- **Efecto:** Son manifestaciones puntuales cualitativas o cuantitativas. es el resultado, el fin, la conclusión, las consecuencias de una causa.
- **Interacción:** Acción que se ejerce recíprocamente entre dos o más objetos, tiene un efecto de dos vías y no solo en un solo sentido como el efecto causal. Es la combinación de muchas interacciones simples lo que puede producir efectos extraños.
- **Fotoiniciadores:** Son aquellos elementos aromáticos, acrílicos que son mucho más sensibles a la energía radiante.
- **Lampara led:** Se refieren a Diodos Emisores de Luz para proporcionar la suficiente energía para el curado de los materiales. Presentan una banda muy delgada de salida de radiación que generalmente es únicamente en el rango de 460 – 470 nm lo que proporciona profundidad de curado o el grado de conversión de las resinas compuestas.

2.4. Formulación de hipótesis

Hipótesis general

H_A: Existen diferencias significativas del efecto de las técnicas de fotopolimerización sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la resina Forma (ULTRADENT).

H₀: No existen diferencias significativas del efecto de las técnicas de fotopolimerización sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la resina Forma (ULTRADENT).

Hipótesis específica

H_{A1}: Existe diferencia significativa de la resistencia compresiva entre la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la resina Forma (ULTRADENT).

H₀₁: No existe diferencia significativa de la resistencia compresiva entre la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la resina Forma (ULTRADENT).

H_{A2}: Existen diferencias significativas de la resistencia compresiva entre las técnicas de fotopolimerización (técnica Full, Rampante y técnica Pulsátil).

H₀₂: No existen diferencias significativas de la resistencia compresiva entre las técnicas de fotopolimerización (técnica Full, Rampante y técnica Pulsátil).

2.5. Identificación de variables

Variable Independiente (VI):

- ✓ Resinas compuestas
- ✓ Técnicas de fotopolimerización

Variable Dependiente (VD):

- ✓ Resistencia compresiva.

2.6. Definición operacional de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES Definición operacional	CRITERIO DE MEDICION DEL INDICADOR	ESCALA DE MEDICION	TECNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCION
RESINA COMPUTA	Es un material sintético que está mezclado heterogéneamente y que forman un compuesto; está conformado por una matriz orgánica y un material de relleno.	Resinas nanohíbridas que poseen partículas nanométricas en su composición inorgánica que oscila entre 20 a 60nm	Tipo de resina	Filtek bulk fill (3M ESPE) <hr/> FORMA (ULTRADENT)	Categorica Cualitativa Nominal Dicotómica	Ficha de recolección de datos para la fase experimental
FOTOPOLIMERIZACIÓN	Es un proceso químico dado por una fuente de luz, por el que los reactivos, monómeros (compuestos de bajo peso molecular) se agrupan químicamente entre sí, dando lugar a una molécula de gran peso, llamada polímero, o bien una cadena lineal o una macromolécula tridimensional.	técnicas de fotopolimerización con la idea fundamental de optimizar las propiedades en los materiales	Técnicas de fotopolimerización	Técnica Full Técnica Rampante Técnica Pulsátil	Categorica Cualitativa Nominal Politómica	Ficha de recolección de datos para la fase experimental
RESISTENCIA COMPRESIVA	La resistencia es una propiedad mecánica de un cuerpo por una carga hasta el punto de fractura.	Cantidad de fuerza requerida para fracturar la resina compuesta, medida en Kg/mm ² que posteriormente será convertida a Megapascal	Medida de la fuerza mediante una Maquina de Ensayos Universales	MEGAPASCAL (MPa) 0MPa . . . nMPa	Numérica Cuantitativa Razón Continuas	Formulario de medición

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel y tipo de investigación

- **Nivel de Investigación**

- ✓ Es un nivel **Explicativo**⁵¹.
- ✓ Explica el comportamiento de una variable en función de otra(s); por ser estudios de causa-efecto requieren control y debe cumplir otros criterios de causalidad⁵¹.
- ✓ El control estadístico es multivariado a fin de descartar asociaciones aleatorias, casuales o espurias entre la variable independiente y dependiente⁵¹.

- **Tipo de Investigación**

- ✓ **De acuerdo con el papel que cumple el Investigador.**

Experimental: En ellos el investigador forma parte “activa” del estudio⁵¹.

- ✓ **De acuerdo con el momento en que se recolectan los datos.**

Prospectivo: Los datos (primarios) que conciernen al estudio son recogidos u ocurren a propósito de la investigación, permitiéndonos controlar el sesgo de medición⁵¹.

- ✓ **De acuerdo con el número de ocasiones en que se mide la variable en estudio.**

Transversal: Se le denomina un corte en el tiempo, donde todas las variables son medidas en una sola ocasión, por este motivo al realizar comparaciones, nos referimos a dos muestras independientes⁵¹.

✓ **De acuerdo con el número de variables en estudio.**

Analítico: Plantea y pone a prueba hipótesis explicativas (finalidad cognoscitiva), el análisis estadístico es por lo menos bivariado, teniendo como nivel más básico la asociación entre factores (propósito estadístico)⁵¹.

3.2. Diseño y métodos de la investigación

3.2.1. Diseño:

Corresponde a un diseño **Experimental**, ya que es una situación de control en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos)⁵².

Este diseño Experimental pertenece al del **tipo factorial**, porque permite evaluar no solo los efectos principales (resultantes de las variables manipuladas experimentalmente) sino también los efectos de interacción (resultantes de la combinación de los métodos de tratamiento)⁵².

T	T ₁	T ₂	T ₃	
R				
R _B	TR	TR	TR	} \cong 0 \neq
R _F	TR	TR	TR	
	} \cong 0 \neq			

- **R:** Grupos de resinas
- **R_B:** Resina compuesta Filtek Bulk Fill
- **R_F:** Resina compuesta Forma

- **T:** Técnicas de fotopolimerización
- **T₁:** Técnica Full
- **T₂:** Técnica Rampante
- **T₃:** Técnica Pulsátil
- **TR:** Resistencia compresiva
- \cong : Semejanza
- \neq : Diferencia

3.2.2. Método:

a) Obtención de permisos

Se gestionó los permisos necesarios a la Facultad de Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería, a través del decanato de la facultad, que nos permitió realizar el ensayo de resistencia compresiva.

b) Confección de las muestras de resina compuesta

Para la confección de las muestras se utilizó dos moldes metálicos de bronce, elaborado en el laboratorio N°4 de la facultad de mecánica por el técnico Julián Cadenillas Baltazar, haciendo la perforación en el centro con un taladro de 4mm de diámetro y 4mm de altura. Siendo el diámetro medido por un microscopio y la altura por un calibrador digital marca Mitutoyo. La resina Forma fue insertada en el molde, en incrementos, utilizando una espátula para resina Hu-friedy, siendo atacados por esta cada 2 mm para evitar burbujas y después de cada incremento, este fue polimerizado con una lámpara LED H WOODPECKER con una longitud de onda de 420nm y a una intensidad de 1,200mW cm² con las técnicas de fotopolimerización Full

en un grupo, técnica de fotopolimerización Rampante en el segundo grupo y técnica de fotopolimerización Pulsátil en el tercer grupo, por el tiempo recomendado por el propio fabricante de 20 segundos para después pasar a un segundo incremento de 2 mm con su respectivo foto curado. Para la resina Fitek Bulk Fill los incrementos se realizaron en 4mm siguiendo los pasos anteriores de las técnicas de fotopolimerización y el tiempo de fotopolimerización del fabricante. Para dejar plano y uniforme el último incremento de resina se colocó una tira de cinta celuloide seguida de una lámina de vidrio y se procedió a la fotopolimerización, luego de esto se removió; obteniendo una muestra cilíndrica de resina de 4mm de diámetro por 4mm de altura.

Por criterios de inclusión y exclusión se obtuvo 2 grupos conformados por los dos tipos de resinas, y tres subgrupos de estos, de acuerdo con cada técnica de fotopolimerización con 8 muestras de cada uno; obteniendo un total de 48 muestras, que después se almacenaron en agua destilada (23°C) durante 24 horas.

- **Conformación de los grupos**

Los 48 bloques se dividieron en 3 subgrupos de 16 cada uno, según la técnica de fotopolimerización complementaria.

- ✓ **Sub grupo T1:** 16 bloques de resina compuesta según la técnica Full; dentro de los cuales 8 especímenes son de resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y 8 son de resina Forma (ULTRADENT).
- ✓ **Sub grupo T2:** 16 bloques de resina compuesta según la técnica Rampante; dentro de los cuales 8 especímenes son de resina

Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y 8 son de resina Forma (ULTRADENT).

- ✓ **Sub Grupo T3:** 16 bloques de resina compuesta según la técnica Pulsátil; dentro de los cuales 8 especímenes son de resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y 8 son de resina Forma (ULTRADENT).

- **Medida de la resistencia compresiva**

Se le colocó a cada grupo un código numérico de acuerdo con cada resina, repitiéndose este procedimiento por igual en las 2 resinas, teniendo un total de 48 muestras.

El ensayo de compresión o medición de la resistencia compresiva, se realizó en el laboratorio N°4 de la facultad de mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería, siendo aplicado el ensayo de cada muestra por el técnico Julian Cadenillas Baltazar, utilizando la maquina universal de ensayos marca J. ALFRED AMSLER, de capacidad de 500kg, aplicando una carga hasta el punto de fractura con una velocidad de desplazamiento fijo de 1,5mm/min hasta el momento de la fractura de las muestras. Cada resultado fue registrado en la ficha de recolección de datos por las tesistas.

Esta prueba de resistencia a la compresión se realizó en base a las metodologías de Brosch y del SENA, que nos dice que la resistencia compresiva se obtendrá dividiendo la fuerza que se requirió para fracturar el material entre el área transversal del cuerpo de prueba. Esta se realizó mediante la siguiente expresión:

$$R= P/A$$

Dónde:

R= Resistencia compresiva, en Kg/mm²

P= Carga máxima soportada por el espécimen, en Kg

A= Área de la sección transversal de la probeta, en mm²

Para obtener el área de la sección transversal se utilizó la fórmula:

$$A = \pi r^2 = 3.1416 r^2$$

Ya que los resultados serán obtenidos en Kg/mm², debemos convertir kg/mm² en Megapascales por lo que se multiplicó cada resultado por un valor preestablecido (9.80665).

3.3. Determinación de la población y muestra

3.3.1. Población:

Constituida por 60 especímenes cilíndricos de resina compuesta. 30 de Resina compuesta FiltekBulkFill (3MESPE) y 30 de resina Forma (ULTRADENT).

3.3.2. Unidad de muestra

La población está constituida de la siguiente manera:

Resina Compuestas	Técnicas de fotopolimerización	Nº de muestras
Filtek Bulk Fill	Técnica Full	10
	Técnica Rampante	10
	Técnica Pulsátil	10
Forma	Técnica Full	10
	Técnica Rampante	10
	Técnica Pulsátil	10
Total	-----	60 muestras

3.3.3. Criterios de inclusión

- ✓ Muestras cilíndricas de resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y resina Forma (ULTRADENT) de 4x4mm.
- ✓ Muestras de resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y resina Forma (ULTRADENT) con superficies lisas y planas.
- ✓ Muestras de resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y resina Forma (ULTRADENT) sin líneas de fracturas y burbujas.

3.3.4. Criterios de exclusión

- ✓ Muestras cilíndricas de resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y resina Forma (ULTRADENT) con medidas diferentes a 4x4mm.
- ✓ Muestras de resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y resina Forma (ULTRADENT) con superficies rugosas e irregulares.
- ✓ Muestras de resinas compuestas Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y resina Forma (ULTRADENT) con líneas de fracturas y burbujas.

3.3.5. Tamaño de la muestra

La muestra de la investigación estuvo conformada por 48 bloques de resinas de formas cilíndricas de 4x4mm, siendo distribuidas en 2 grupos de resina con 24 muestras en cada uno, siendo el primer grupo conformado por la resina Fitek Bulk Fill, y el segundo grupo por la resina Forma y tres subgrupos de acuerdo con las técnicas de fotopolimerización con 16 muestras cada uno, dando un total de 48 muestras de resina compuesta.

Resina Compuestas	Técnicas de fotopolimerización	Nº de muestras
Filtek Bulk Fill	Técnica Full	8
	Técnica Rampante	8
	Técnica Pulsátil	8
Forma	Técnica Full	8
	Técnica Rampante	8
	Técnica Pulsátil	8
Total	-----	48 muestras

3.3.6. Tipo de muestreo

No probabilístico intencionado, con criterios de inclusión y exclusión.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

➤ Observación:

Se determinó la fuerza necesaria para la fractura de los bloques de resina compuesta mediante la ayuda de una Máquina de Ensayos Universal. Para ello se colocó las muestras en una lámina metálica y la máquina procedió a la compresión.

Se registró la medida de la fuerza obtenida y se calculó mediante una fórmula la resistencia compresiva.

Instrumentos

- Ficha de recolección de datos para la fase experimental
- Formulario de medición

En la ficha de recolección de datos para la fase experimental se incluyó los datos más importantes de la preparación de los bloques de resina compuesta. Esta ficha presentó los siguientes datos:

- Resinas compuestas nanohibrida.
- N° de muestra de las resinas compuestas
- Tipo de técnica de fotopolimerización y grupo.
- Tiempo de fotocurado.

El formulario de medición se realizó luego de realizar el test compresivo, los datos recogidos fueron registrados en sus respectivas fichas de recolección de datos. Esta ficha presentó los siguientes datos:

- Grupo de técnica de fotopolimerización.
- Número de muestra.
- Carga máxima soportada por la muestra (Kg/f).
- Área de la sección transversal de la probeta mm².
- Resistencia compresiva (R).

3.5. Técnicas de procesamiento, análisis de datos

Métodos, técnicas e instrumentos de procesamiento de datos.		
MÉTODOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS	TÉCNICAS	ESTADÍSTICOS
Análisis Estadísticos	Test pre prueba para normalidad	Shapiro-Wilk para: prueba de normalidad.
	Análisis estadístico descriptivo	Medidas de tendencia central: Media. Medidas de dispersión: Desviación estándar.
	Análisis estadístico inferencial	Prueba "ANOVA" para: determinar si las medias son diferentes; procesado con el software estadístico SPSS. Prueba "Tukey": método de comparaciones múltiples.

Se realizó un procesamiento electrónico de los datos empleando para ello el paquete estadístico SPSS siendo procesados los datos mediante la utilización de una computadora.

Primero se organizarán los datos en tablas y gráficas, usando estadística descriptiva bivariado, hallando frecuencias, promedios, desviaciones estándar, valores máximos y valores mínimos

La contrastación de las hipótesis requirió el uso estadístico de la prueba de Análisis de la varianza factorial intersujetos (ANOVA), ya que sirvió para comparar la varianza entre las medias de los grupos de estudio y la varianza dentro de estos grupos, a manera de determinar si los grupos de estudio presentan diferencias significativas.

HSD de TUKEY: para evaluar cuan homogéneas son las muestras.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Previa a la evaluación de los resultados se tuvo que realizar la prueba de normalidad de los datos utilizando la prueba de Shapiro- Wilk, test apropiado para tamaños de muestra menores a 50.

4.1. Prueba de Normalidad

Ho: La variable resistencia comprensiva en la población tiene distribución Normal.

Hi: La variable resistencia comprensiva en la población es distinta a la distribución Normal.

Tabla 01.Prueba de normalidad de datos

Resistencia Compresiva (MPa)	Técnica de fotopolimerización	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	p-valor
	T1	0.952	16	0.530
	T2	0.968	16	0.797
	T3	0.934	16	0.277

Fuente: Formulario de fase experimental y medición.

Interpretación

Según la tabla 01, con una probabilidad de error superior al 0.05, la variable resistencia comprensiva en la población tiene distribución Normal, el cual corrobora que los datos a procesar son cuantitativos.

4.2. Análisis descriptivo

Tabla 02. Estadísticos descriptivos de la resistencia compresiva según resinas

RESINAS	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Resina Forma (ULTRADENT)	24	132.0750	28.86110	5.89125	119.8880	144.2620	86.62	192.75
Resina FiltekBulkFill	24	166.4129	26.80727	5.47201	155.0932	177.7326	122.52	230.99
Total	48	149.2440	32.56279	4.70003	139.7887	158.6992	86.62	230.99

Fuente: Formulario de fase experimental y medición.

Interpretación:

Según la tabla 02 se describe la variable independiente resina donde se observa que la media es de 132.08 para la resina Forma, asimismo tiene una desviación estándar de 28.86, con un error estándar de la media de 5.89. La resina Filtek Bulk Fill tiene una media de 166.41 con una desviación estándar de 26.80 y un error estándar de 5.47.

Tabla 03. Estadísticos descriptivos de la resistencia compresiva según técnicas de fotopolimerización

TÉCNICA DE FOTOPOLIMERIZACIÓN	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Técnica Full (T1)	16	141.2456	25.96175	6.49044	127.4116	155.0797	86.62	175.58
Técnica Rampante (T2)	16	169.1438	37.35945	9.33986	149.2363	189.0512	98.32	230.99
Técnica Pulsatil (T3)	16	137.3425	24.71667	6.17917	124.1719	150.5131	99.10	174.02
Total	48	149.2440	32.56279	4.70003	139.7887	158.6992	86.62	230.99

Fuente: Formulario de fase experimental y medición.

Interpretación:

Según la tabla 03 se describe la variable independiente técnica de fotopolimerización donde se observa que la media es de 141.25 para T1= Técnica Full, asimismo tiene una desviación estándar de 25.96, con un error estándar de la media de 6.49. T2= Técnica Rampante tiene una media de 169.14 con una desviación estándar de 37.35 y un error estándar de 9.33 y T3= Técnica Pulsátil tiene una media de 137.34 con una desviación estándar de 24.72 y un error estándar de 6.18.

Tabla 04. Estadísticos descriptivos de la resistencia compresiva según interacción de resina y técnica

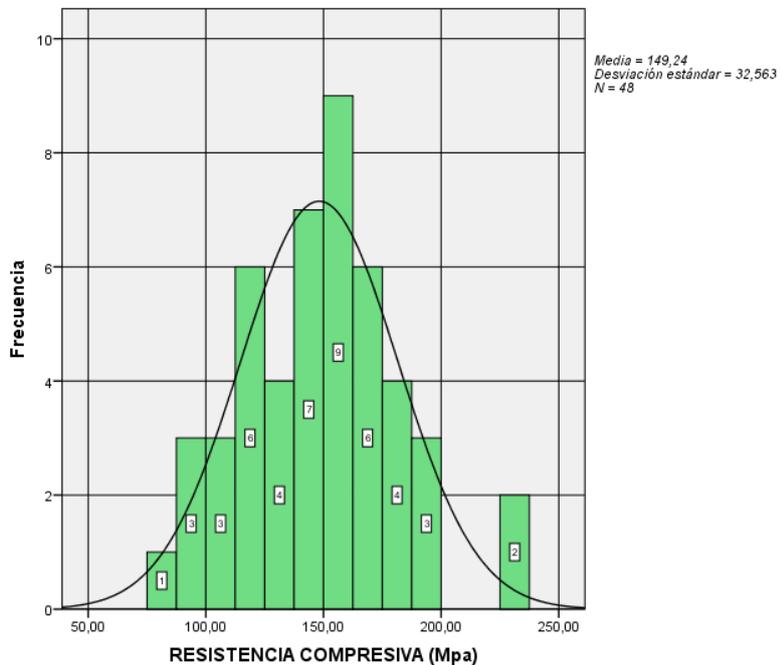
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
FORMAT1	8	124.5650	21.83773	7.72080	106.3082	142.8218	86.62	149.83
FORMAT2	8	149.5363	34.97915	12.36700	120.2929	178.7796	98.32	192.75
FORMAT3	8	122.1238	22.59134	7.98724	103.2369	141.0106	99.10	158.41
BULK1	8	157.9263	18.20555	6.43663	142.7060	173.1465	122.52	175.58
BULK2	8	188.7513	29.80862	10.53894	163.8306	213.6719	156.07	230.99
BULK3	8	152.5613	16.41150	5.80234	138.8409	166.2816	124.86	174.02
Total	48	149.2440	32.56279	4.70003	139.7887	158.6992	86.62	230.99

Fuente: Formulario de fase experimental y medición.

Interpretación:

Según la tabla 04 se observa que la media para la variable dependiente resistencia compresiva es 149.24, con un error estándar de la media de 4.70, asimismo tiene una desviación estándar de 32.56 y un coeficiente de variabilidad de 21.82%. En el gráfico 01, se muestra una visión gráfica de los resultados:

Gráfico 01. Histograma de la variable dependiente resistencia
comprensiva.



Fuente: Formulario de fase experimental y medición.

4.3. Análisis inferencial

Se contrasta las hipótesis para la presentación de los resultados, los cuales se muestran mediante cuadros y gráficos. Los promedios fueron analizados estadísticamente aplicando la técnica de análisis de varianza factorial intersujetos (ANOVA) para establecer las diferencias significativas entre factores y la interacción entre ellos, con su respectiva interpretación, cuando el p-valor < 0.05 quiere decir que existe significación. El nivel de confianza fue de 95% y error alfa 5%.

Para la comparación de los promedios entre tratamientos se aplicó la prueba de significación de Tukey al 5% en aquellos casos donde existe significancia entre tipo de resina, técnica de fotopolimerización y la interacción entre ambos; en esta

prueba se realizan comparaciones múltiples para saber qué tan homogéneas son las muestras, para determinar el nivel de significación entre tratamientos.

Tabla 05. Análisis de varianza para la resistencia comprensiva

VARIABLES DE MEDICIÓN		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resina	Entre grupos	14149.110	1	14149.110	18.238	.000097
	Dentro de grupos	35686.636	46	775.796		
	Total	49835.746	47			
Técnica de fotopolimerización	Entre grupos	9625.916	2	4812.958	5.386	.008
	Dentro de grupos	40209.830	45	893.552		
	Total	49835.746	47			
Resina*Técnica de fotopolimerización	Entre grupos	23934.839	5	4786.968	7.762	.000
	Dentro de grupos	25900.908	42	616.688		
	Total	49835.746	47			

Fuente: Formulario de fase experimental y medición.

Realizado el análisis de variancia para la resistencia comprensiva, el p-valor nos indica que para el factor resina existe alta significación estadística, el p-valor es < a 0.05; asimismo para el factor técnica de fotopolimerización existe alta significación estadística, el p-valor es < a 0.05; y para la interacción resina por técnica fotopolimerización existe significación estadística, el p-valor es > a 0.05.

Tabla 06. Prueba de Tukey para efecto de resina en la resistencia
comprensiva

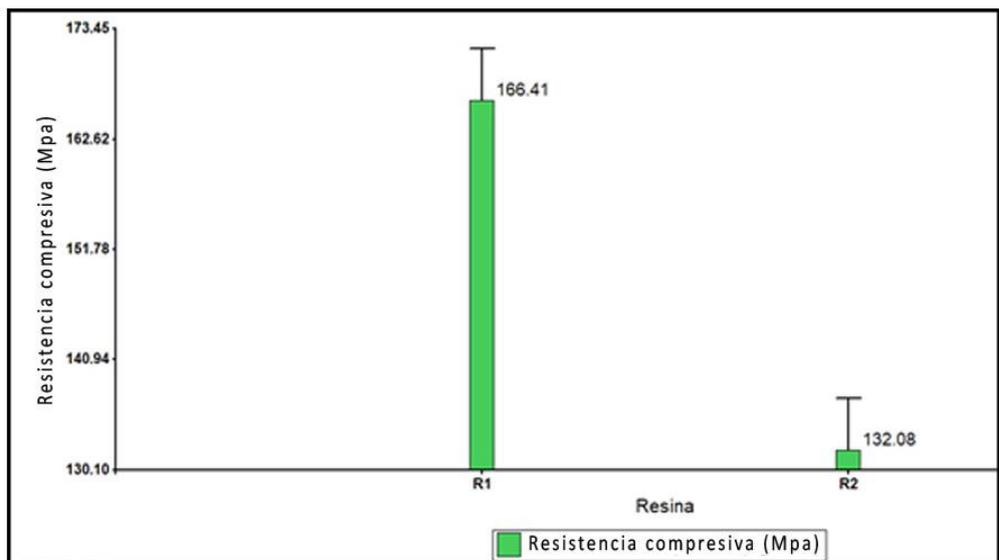
RESINAS	N	alfa = 0.05	
		1	2
Resina FiltekBulkFill	24	166.4129	
Resina Forma	24		132.0750
Sig.		1.00	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 24,000.

Según la tabla 06, los promedios para la resistencia comprensiva de la resina R1= resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y R2 = resina Forma (ULTRADENT) estadísticamente difieren al nivel de significación de 5%. La resina R1 obtuvo en promedio 166.41Mpa de resistencia comprensiva, comparado con la resina R2 con un promedio 132.08Mpa de resistencia comprensiva.

Gráfico 02. Efecto de resinas en la resistencia comprensiva



Fuente: Formulario de fase experimental y medición.

Tabla 07. Prueba de Tukey para efecto de técnica de fotopolimerización en la resistencia compresiva

TÉCNICA DE FOTOPOLIMERIZACIÓN		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	95% de intervalo de confianza		Sig. (0.05)
				Límite inferior	Límite superior	
Técnica Full (T1)	Técnica Rampante(T2)	-27,89812*	10.56854	-53.5122	-2.2841	.030
	Técnica Pulsátil(T3)	3.90313	10.56854	-21.7109	29.5172	.928
Técnica Rampante (T2)	Técnica Full(T1)	27,89812*	10.56854	2.2841	53.5122	.030
	Técnica Pulsátil(T3)	31,80125*	10.56854	6.1872	57.4153	.012
Técnica Pulsátil (T3)	Técnica Full(T1)	-3.90313	10.56854	-29.5172	21.7109	.928
	Técnica Rampante (T2)	-31,80125*	10.56854	-57.4153	-6.1872	.012

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Formulario de fase experimental y medición.

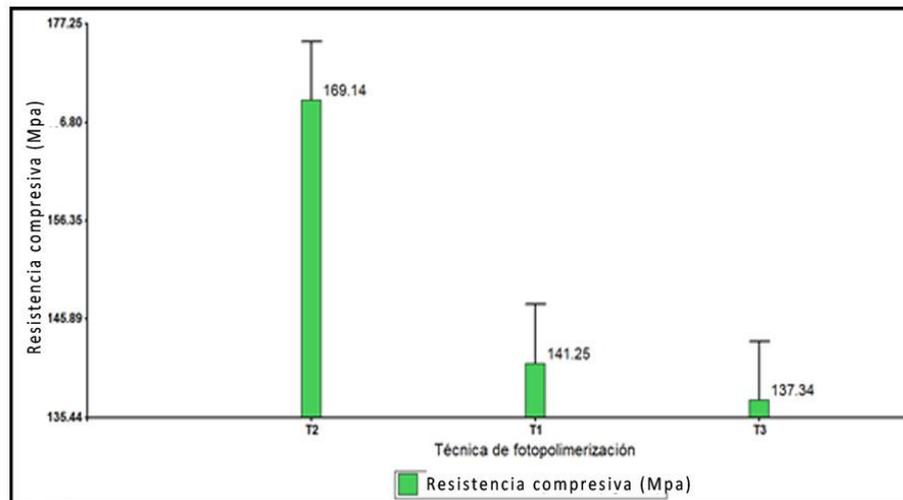
TÉCNICA DE FOTOPOLIMERIZACIÓN	N	alfa = 0.05	
		1	2
Técnica Pulsatil (T3)	16	137.3425	
Técnica Full (T1)	16	141.2456	
Técnica Rampante (T2)	16		169.1438
Sig.		.928	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 16,000.

Según la tabla 07, en la prueba de comparaciones múltiples, en la diferencia de medias la T2= Técnica Rampante difieren estadísticamente de la T1=Técnica Full y T3=Técnica Pulsátil al nivel de significación de 5%. Entre la T1=Técnica Full y T3=Técnica Pulsátil no se evidencian diferencias significativas. La técnica T2 obtuvo en promedio 169.14Mpa de resistencia compresiva siendo mayor significativamente, comparado con las técnicas T1 y T3 que alcanzaron en promedio 141.25 y 137.34MPa de resistencia compresiva respectivamente.

Gráfico 03. Efecto de técnica de fotopolimerización en la resistencia compresiva



Fuente: Formulario de fase experimental y medición.

Tabla 08. Prueba de Tukey para efecto de interacción de resina por técnica en la resistencia compresiva

ASOCIACIONES	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	
BULK1	FORMAT1	33.36125	12.41660	.099
BULK1	FORMAT2	8.39000	12.41660	.984
BULK1	FORMAT3	35.80250	12.41660	.064
BULK2	BULK2	-30.82500	12.41660	.153
BULK2	FORMAT1	64,18625*	12.41660	.000
BULK2	FORMAT2	39,21500*	12.41660	.033
BULK2	FORMAT3	66,62750*	12.41660	.000
BULK3	BULK3	36.19000	12.41660	.059
BULK3	FORMAT1	27.99625	12.41660	.235
BULK3	FORMAT2	3.02500	12.41660	1.000
BULK3	FORMAT3	30.43750	12.41660	.162
BULK3	BULK1	-5.36500	12.41660	.998

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Formulario de fase experimental y medición.

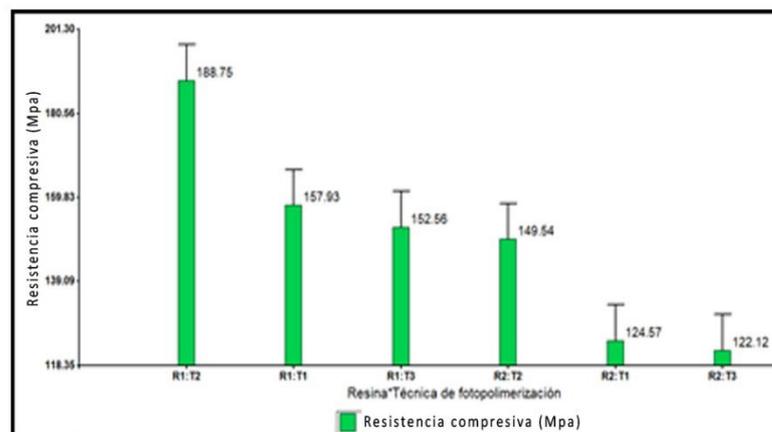
ASOCIACIONES	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
BULKT2	8		188.7513
BULKT1	8	157.9263	157.9263
BULKT3	8	152.5613	152.5613
FORMAT2	8	149.5363	
FORMAT1	8	124.5650	
FORMAT3	8	122.1238	
Sig.		.064	.059

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 16,000.

Según la tabla 08, en la prueba de comparaciones múltiples, en la diferencia de medias la interacción de la R1 = resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE) y la técnica T2 = Técnica Rampante difiere estadísticamente al nivel de significancia del 5% de las interacciones de la R2= resina Forma (ULTRADENT) con las técnicas T1 y T3. La interacción BULK T2 obtuvo en promedio 188.75Mpa de resistencia compresiva siendo mayor significativamente, comparado con interacción FORMAT3 que obtuvo en promedio 122.12Mpa de resistencia compresiva.

Gráfico 04. Efecto de resina por técnica de fotopolimerización en la resistencia compresiva



Fuente: Formulario de fase experimental y medición

V. DISCUSIÓN

A pesar de los avances alcanzados por los fabricantes para crear la resina compuesta ideal, aún sigue siendo un reto elegir adecuadamente el material que cuente con las mejores propiedades mecánicas en resistencia compresiva, para brindar una mayor longevidad clínica a la restauración y que pueda responder a las necesidades físicas y mecánicas del sistema estomatognático logrando así el éxito terapéutico deseado.

El presente estudio tuvo como finalidad determinar las diferencias del efecto de las técnicas de fotopolimerización sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek Bulk Fill y la resina Forma con muestras de 4mm de diámetro y 4mm de altura.

Luego de la prueba de resistencia compresiva se evidenció que la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M ESPE) presentó la resistencia compresiva más alta, con un valor promedio de 166.41 MPa, en contraste con la resina compuesta Forma (ULTRADENT) obtuvo el promedio más bajo con 132.08 MPa; tras el análisis estadístico se determinó que la diferencia de las resinas compuestas fue estadísticamente significativa con un p valor de 0.00097

En cuanto a las técnicas de fotopolimerización la técnica rampante (T2) presentó la resistencia compresiva más alta, con un valor promedio de 169.14 MPa, en contraste a la técnica Full (T1) obtuvo el promedio más bajo de 141.25 MPa, y con un valor bastante similar, la técnica pulsátil (T3) se posicionó en el tercer lugar con un promedio de 137.34 MPa; tras el análisis estadístico se determinó que la diferencia de la técnica rampante (T2) frente a las otras dos fue estadísticamente significativa con

un valor de 0.008 ; en cambio la diferencia entre la técnica full (T1) y técnica pulsatical (T3) no fue significativa.

En la interacción entre la resina compuesta Filtek Bulk Fill con la técnica de fotopolimerización, técnica rampante (T2) es la que obtuvo mayor resistencia compresiva frente a la resina Forma con las técnicas T1 y T3, siendo significativamente diferentes con un p valor 0.000

Teniendo en cuenta el test de resistencia compresiva en la resina filtek bulk fill donde obtuvimos un mayor valor de resistencia frente a la resina Forma, relacionaremos con una investigación similar realizada por Rosatto C, Bicalho A, Veríssimo C¹¹, donde compararon las propiedades mecánicas entre los composites bulk fill y composites convencionales Filtek Z350XT con la técnica en bloque y la técnica incremental; siendo Z350XT el de menor resistencia compresiva frente a la técnica y resina bulkfill ; los composites de flowable bulk fill tuvieron menores propiedades mecánicas que la pasta bulk fill.

A diferencia del estudio antes mencionado en los cuales la resina filtek bulk Fill presenta valores significativos frente a otras resinas, según López J¹², que comparó la resistencia compresiva de tres resinas compuestas indicadas para restauración dental posterior: Nanoparticulada Filtek Bulk Fill, nanohíbrida Filtek Z250XT y microhíbrida Filtek P60. El promedio de resistencia compresiva que obtuvo fue significativamente mayor para las resinas Filtek Z250XT y Filtek P60 frente a la resina Filtek Bulk Fill con un menor promedio de 195,84, resultado semejante solo al valor promedio obtenido en el presente estudio (166.41 MPa). De la misma forma Garcia J⁶, demostrando que la resistencia compresiva de la resina compuesta 3M FILTEK P60

soporta una mayor resistencia compresiva que la resina compuesta 3M FILTEK™ BULK FILL cuya media fue 230,72 MPa, observando que este promedio resulta superior al reportado en nuestro estudio.

La diferencia en resistencia compresiva entre distintos tipos de resina se debe a sus partículas como señala el estudio realizado por Meenakumari C, Manohar K, Bansal R, Singh N⁹, donde se evaluó y comparo las propiedades mecánicas de cinco materiales restauradores de nanocompuestos disponibles en el mercado, se concluyó en que las diferencias en la resistencia a la compresión, la dureza, la resistencia a la flexión y el módulo se deben a las diferencias en el porcentaje y el tipo de partículas de relleno en todo el material de resina compuesto, siendo la resistencia proporcional a la cantidad de relleno inorgánico y que a mayor disminución del tamaño de partículas mayor será la resistencia a la compresión.

Finalmente teniendo en cuenta las técnicas de fotopolimerización donde obtuvimos que la técnica rampante tuvo un valor significativo frente a la técnica full e intermitente; al igual que en nuestro estudio Málaga J¹³, encontró que existe diferencia estadísticamente significativa en los valores de microdureza en la técnica soft star (técnicas rampante) con respecto a las otras técnicas; técnica de luz Intermitente Blinking ligh (técnica pulsátil) y la técnica de Luz Intensa bright light (técnica full). Por lo que recomienda el uso de esta técnica en la polimerización de una resina compuesta en cada incremento tanto en el sector anterior como posterior; con la finalidad de producir mayor conversión del monómero a polímero y de esta manera perdurar en el tiempo.

Vega J⁴⁷, señala que uno de los problemas de la polimerización máxima se centra en lograr el grado de conversión de la resina compuesta de estado pastoso (gel) en estado

sólido en todo el espesor del material y esto está relacionado con la emisión de la luz y su relación con los fotoiniciadores que inicien una reacción fotoquímica.

La intensidad o potencia con que el aparato irradia la superficie a endurecer y el tiempo puede producirse un endurecimiento inesperado o súbito de la resina compuesta resultando en la formación de más radicales libres, pero con mayor posibilidad de obtener propiedades físicas muy pobres por la gran posibilidad de desarrollar cadenas pequeñas de los polímeros; por lo que es muy recomendable y altamente deseable, utilizar inicialmente la fotopolimerización con una intensidad reducida, que va a retardar la polimerización permitiendo una fase de pre-gel más prolongada con la consecuente formación de cadenas más largas de los polímeros.

Con respecto a la resina compuesta forma no se encontró antecedente para poder comparar. En el presente estudio se obtuvo que la resina compuesta Forma (ULTRADENT) tuvo el promedio más bajo en resistencia compresiva con una media de 132.08 MPa a comparación de la resina compuesta Filtek Bulk Fill (3M ESPE) presentó la resistencia compresiva más alta, con un valor promedio de 166.41 MPa.

CONCLUSIONES

- ✓ Al realizar las comparaciones entre grupos de resina se demostró que existe diferencia entre la resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE) con un mayor promedio cuyo valor es 166.41 MPa con respecto a la resina Forma (ULTRADENT) cuyo promedio fue 132.08 MPa.
- ✓ Al realizar las comparaciones entre los 3 subgrupos de técnicas se demostró que existe diferencia entre la técnica Rampante con una media de 169.14MPa frente a las dos técnicas (técnica Full y técnica Pulsátil), pero entre estas dos últimas técnicas los valores de sus medias fueron 141.25 MPa y 137.34MPa siendo bastante similares por lo que no existió diferencia entre ellas.
- ✓ Se demostró que existe una diferencia en los efectos de las técnicas de fotopolimerización sobre la resina siendo la interacción de la resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE) con la Técnica Rampante la de mayor promedio en resistencia compresiva con un valor de 188.75MPa y la interacción de la resina Forma (ULTRADENT) con la Técnica Pulsátil la de menor promedio 122.12 MPa.

SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar más estudios evaluando otras propiedades mecánicas como la microdureza y la resistencia al desgaste, utilizando las técnicas de fotopolimerización complementaria además también en otras marcas de resinas compuestas.
- ✓ Se recomienda a los cirujanos dentistas, aplicar la técnica rampante como fotopolimerización complementaria para obtener como resultado una restauración con mayor resistencia a la compresión.
- ✓ Se sugiere utilizar resinas compuestas Filtek Bulk Fill como lo indica el fabricante para el sector posterior ya que posee mayor resistencia compresiva, a diferencia de la resina Forma que posee menor resistencia compresiva, que sería de mejor utilidad en el sector anterior, debido a que en esta zona no hay mucha carga masticatoria.
- ✓ Debido a la variedad de resinas compuestas y de marcas comerciales, se recomienda antes de su uso, consultar sus propiedades mecánicas en los trabajos de investigación, debido a que se encontró en los 2 tipos de resinas compuestas valores de resistencia compresiva muy inferior a las presentadas por los fabricantes.
- ✓ Los resultados obtenidos de la presente investigación no deben ser generalizadas para otras marcas de resina ya que cada resina tiene distinta composición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Huayhua E. Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas. Grado de Cirujano Dentista. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2013. Pp 37-51. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3073>
2. Rodríguez G, Douglas R, Pereira S. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta odontol. venez. 2008; 46(3): 381-92.
3. Hambire U, Tripathi V, Mapari A. Improvement in the compressive strength and flexural strength of dental composite. ARPN J Eng ApplSci. 2012; 7(8):14.
4. Sepideh B, Saman S. *In vitro* Comparative Study of Compressive Strength of Different Types of Composite Resins in Different Periods of Time. Iran J PharmSci. 2008; 4(1): 69-74
5. Anusavice K. Ciencia de los Materiales Dentales Madrid - España : Elsevier; 2013.
6. Garcia J. Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de las resinas compuestas Filtek P60® Y Filtek™ Bulk Fill® para restauración de piezas posteriores, 2017. Grado de Cirujano Dentista. Ica. Universidad Alas Peruanas (UAP); 2017. Disponible en: <http://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/6984>
7. Filteck bulk fill 3M ESPE. Perfil técnico del producto. https://www.3m.com.pe/3M/es_PE/dental-la/productos/resina-restaurativa-filtek-bulk/

8. Ultradent. Products. Inc. FORMA- resina compuesta nanohibrida.
<https://vkimport.com/productos/resinas/resina-compuesta-nanohibrida-forma/>
9. Meenakumari C, Manohar K, Bansal R, Singh N. Evaluation of mechanical properties of newer nanoposterior restorative resin composites: An *In vitro* study. India, 2018. *ContemporaryClinicalDentistry*. Vol. 9. N° 5. Pag. 142-146. Disponible en:
<http://www.contempclindent.org/article.asp?issn=0976-237X;year=2018;volume=9;issue=5;spage=142;epage=146;aulast=Meenakumari>
10. Ramirez D. Resistencia flexural de dos marcas de resina Bulkfill: estudio in vitro. Grado de Cirujano Dentista. Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 2016. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8260>
11. Rosatto CMP, Bicalho AA, Veríssimo C, Braganca GF, Rodrigues MP, Tantbirojn D, Versluis A, Soares C.J. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. Brazil, 2015. *Journal of Dentistry*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2015.09.007>
12. López J. Resistencia compresiva de tres resinas compuestas indicadas para restauración posterior, in vitro, Lima - 2018. Grado Cirujano Dentista. Lima. Universidad Nacional Federico Villareal; 2018.
13. Málaga J. Técnica de fotopolimerización complementaria en la evaluación de la microdureza en una resina compueta de nanopartículas. *KIRU*. 2016;13(1):51-59.

- 14.** Castillo F. Efecto *in vitro* de diferentes potencias de fotopolimerización con la unidad fotopolimerizadora luz led sobre la dureza superficial, media y profunda en cilindros de resinas bulkfill de 4mm de grosor, Arequipa - 2015. Grado de Cirujano Dentista. Universidad Católica de Santa María. 2015. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/3356>
- 15.** Mezarina F. Comparación *in vitro* de la resistencia a la compresión de las resinas compuestas Te-Econom Plus®, Tetric N-Ceram® y TetricN-CeramBulkFill®. Lima –Peru. Tesis para obtener el título de cirujano dentista. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2016. Pp: 5- 7
- 16.** Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*.2006;11:E215-20. Acceso 18 de agosto del 2018. Disponible en: <http://www.medicinaoral.com/medoralfree01/v11i2/medoralv11i2p215e.pdf>
- 17.** Carrillo C, Monroy M. Materiales de resinas compuestas y su polimerización. *Rev ADM*[Internet]. 2009 [cited 2 Agosto 2018]; 65(4): 10-7. Acceso 20 de agosto del 2018. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od094b.pdf>
- 18.** Brower A. Resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta sobre bases de ionómero vítreo sometidas a dos tratamientos acondicionadores distintos. Santiago – Chile. Tesis – Bach. Universidad de Chile. 2011.

- 19.** Alonso P. Estudio comparativo in vitro de la resistencia al cizallamiento de resinas compuestas de nanotecnología reparadas con diferentes tipos de composite. Santiago – Chile. Tesis – Bach. Universidad de Chile. 2006. Acceso 11 de septiembre del 2018. Disponible en:
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140003/Estudio-comparativo-in-vitro-de-la-resistencia-al-cizallamiento-de-resinas-compuestas.pdf?sequence=1>
- 20.** Malucín M. Comparación in vitro del grado de microfiltración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica incremental con las resinas Bulk-fill colocadas mediante la técnica en bloque en cavidades clase I en molares humanos. Quito – Ecuador. Tesis – Bach. Universidad san francisco de quito USFQ. 2016. Acceso 19 de septiembre del 2018. Disponible en:
<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6120/1/128978.pdf>
- 21.** Mejía K, Mena D. Opacidad y translucidez de diferentes resinas de acuerdo con su tamaño de partícula y su aplicación clínica. Colombia. Trabajo de Grado para optar Por el Titulo de Rehabilitador Oral. Universidad Nacional De Colombia. 2012. Acceso 22 de septiembre del 2018. Disponible en:
<http://bdigital.unal.edu.co/6361/1/500472.2012.pdf>
- 22.** Caro M. Estudio comparativo in vitro de la profundidad de polimerización de resinas compuestas fluidas polimerizadas por luz L.E.D versus luz halógena, a través de resinas compuestas previamente endurecidas. Santiago – Chile. Trabajo de investigación requisito para optar al titulo de Cirujano-Dentista. Universidad de Chile. 2012. Acceso 29 de septiembre del 2018. Disponible en:
http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111665/Caro_m.pdf

- 23.** Restrepo J. Influencia del espesor de tres resinas compuestas translúcidas de diferente tonalidad sobre la luminosidad. España- Madrid. Máster Oficial en Ciencias Odontológicas Trabajo Final de Master. Universidad Complutense de Madrid. 2014. Acceso 30 de septiembre del 2018. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/28362/1/TFM%20Final.pdf>
- 24.** Ulloa A. Viscosidad de las resinas compuestas y su influencia en la microfiltración de las restauraciones clase V. Lima – Perú. Tesis para optar el título de Cirujano Dentista. Universidad Inca Garcilaso de la Vega. 2010. Acceso 6 de octubre del 2018. Disponible en: <http://www.cop.org.pe/bib/tesis/ARTUROMATEOULLOAZEVALLOS.pdf>
- 25.** Cisternas L. Estudio comparativo in vitro de la profundidad de fotopolimerización de resina compuesta fluida con lámpara led al interponer bloques de porcelana con la configuración de coronas libres de metal. Santiago – Chile. Tesis para optar el título de Cirujano Dentista. Universidad de Chile. 2013. Acceso 8 de octubre del 2018. Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117643/Cisternas_L.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 26.** Echeverría S. Estudio comparativo in vitro de la microfiltración marginal de restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con cemento de polimerización dual y con resina fluida. Santiago – Chile. Tesis para optar el título de Cirujano Dentista. Universidad de Chile. 2006. Acceso 10 de octubre del 2018. Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/od-echeverria_s/pdfAmont/od-echeverria_s.pdf

27. Torrejon P. Análisis de la brecha marginal generada en restauraciones de resina compuesta con dos patrones de fotopolimerización distintos. Santiago- Chile. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista. Universidad de Chile Santiago 2003. pp: 19-21.
28. Graig R. Materiales dentales restauradores. Volumen 1. Séptima edición. Buenos Aires: Editorial Mundi S.A.I.C y F; 1988. pp: 237-266. Cap 10. pp:41-65 Cap 3.
29. Anusavice K. Phillips Ciencia de los materiales dentales. Volumen 1, Undécima edición. España: Elsevier; 1998.pp 283-311. Cap 12.
30. Olivares R. Grado de infiltración marginal existentes entre dientes y las restauraciones de resinas compuestas frente a distintos patrones de fotopolimerización. Santiago- Chile. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista. Universidad de Chile.2001. pp11-27.
31. Martinez M. Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la tensión diametral de una resina compuesta fotopolimerizada con una lampara L.E.D. y una lampara Halógena convencional. Santiago- Chile. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista. Universidad de Chile.2005. pp14-18.
32. Sánchez C. Estudio comparativo de la microdureza superficial in vitro de resinas de nanotecnología frente a la acción de dos sistemas de polimerización. Lima -Perú. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014. Pp 25- 32. Acceso 16 de octubre del 2018.

- 33.** Sebastián M. Estudio comparativo in vitro de la profundidad de curado de 2 resinas bulkfill a distintas distancias de fotoactivación según la norma ISO 4049. Viña del Mar- Chile. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad Andrés Bello; 2016. Pp 29-33. Acceso 16 de octubre del 2018. Disponible en:
<http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/3794>
- 34.** Orbe J. Evaluación del tiempo clínico de restauraciones con resina compuesta para piezas posteriores con diferentes técnicas. Quito – Ecuador. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de las Américas; 2015. pp10-14. Acceso 16 de octubre del 2018. Disponible en:
<http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/3947>
- 35.** Corral C, Vildosola P, Miranda C, Alves E, Fernández E. Revisión del estado actual de resinas compuestas bulkfill. Revista Facultad De Odontología. Universidad De Antioquia. 2015; 27(1): 177-196. Acceso 16 de octubre del 2018. Disponible en:
<https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/odont/article/view/19805>
- 36.** Lafuente J, López R, Madrigal M. Grado de polimerización y adaptación marginal de cavidades obturadas con resinas BulkFill. Costa Rica. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de Costa Rica; 2016. pp 15-18. Acceso 16 de octubre del 2018. Disponible en:
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/3521>

- 37.** Productos-Dentales/Restauracion/Composite-universal [Internet]. USA: UltradentProducts [citado 17 octubre 2018]. Disponible en: <https://www.ultradent.com/es-la/Productos-Dentales/Restauracion/Composite-universal/forma/Pages/default.aspx>
- 38.** Blog de VK Import[Internet].USA: VK Import. [citado 17 octubre 2018]. Resina compuesta nanohíbrida – con zirconia y trifluoruro de iterbio. Disponible en: <https://vkimport.com/productos/resinas/resina-compuesta-nanohibrida-forma/>
- 39.** UltradentProducts [Internet]. USA: UltradentProducts [citado 17 octubre 2018]. Novedades en Resina Compuesta: ¿Aún Hay Algo a Mejorar?Disponible en: <https://ultradentla.blog/2018/02/06/novedades-en-resina-compuesta-aun-hay-algo-a-mejorar/>
- 40.** Deliperi S, Bardwell D . An alternative method to reduce polymerization shrinkage in direct posterior composite restorations. J Am DentAssoc. 2002; 133(10):1387-98. Acceso 18 de octubre del 2018. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12403542>
- 41.** Campos M. Análisis Comparativo In Vitro Del Sellado Marginal De Restauraciones Clase Ii De Resina Compuesta Realizadas Con Técnica Incremental Oblicua Versus Técnica Incremental Horizontal. Santiago – Chile. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de Chile; 2014. Pp 16-18. Acceso 19 de octubre del 2018. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130131>

- 42.** Boza Y. Estudio de la profundidad de polimerización de resinas bulkfill a diferentes distancias de fotoactivación. Lima- Perú. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. UNMS; 2015. PP 49-53
Acceso 19 de octubre del 2018. Disponible en:
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/4552>
- 43.** Guede C. Estudio comparativo in vitro de las propiedades mecánicas de resinas compuestas fluidas polimerizadas en distintos tiempos, a través de bloque de resinas compuestas previamente endurecida. Santiago – Chile. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de Chile; 2006. Pp 12-14. Acceso 19 de octubre del 2018. Disponible en:
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/110764/Estudio-comparativo-in-vitro-de-las-propiedades-mec%C3%A1nicas-de-resinas-compuestas.pdf?sequence=3>
- 44.** Villegas M. Análisis Comparativo In Vitro De La Tensión Diametral En Restauraciones Realizadas Con Resinas Compuestas Fotopolimerizadas Con Lámparas Halógenas Y Lámparas L.E.D. Santiago – Chile. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de Chile; 2005. Pp 25-27. Acceso 19 de octubre del 2018. Disponible en:
http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/110745/villegas_m.pdf?sequence=4
- 45.** Arce E. Evaluación del grado de microfiltración de dos resinas compuesta bulkfill con diferente modalidad de grabado de un adhesivo universal. Santiago – Chile. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad AndresBello ; 2015. Pp 18

- 46.** Zambrano K. Evaluación in vitro de la eficacia de diferentes lámparas de fotopolimerización en restauraciones de resinas, mediante pruebas de microfiltración. Quito. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad San Francisco de Quito; 2011. pp 6-23. Acceso 20 de octubre del 2018. Disponible en:
<http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1523>
- 47.** Vega J. Fotopolimerización: una visión actual desde el campo dental. *Cient. Dent*, 2005., 2(3):173-181. Acceso 20 de octubre del 2018. Disponible en:
<http://www.coem.org.es/sites/default/files/revista/cientifica/vol2-n3/fotopolimerizacion.pdf>
- 48.** Lámpara Manual de Instrucciones para LED. H. (Lámpara de fotocurado). Woodpecker. Acceso 21 de octubre del 2018. Disponible en:
<http://omlimport.com/web/wp-content/uploads/pdf/LED-H.pdf>
- 49.** Zafra M, Clemín A. Estudio experimental, in vitro, sobre la estabilidad cromática de los compósitosamaris (VOCO) España, 2012.
- 50.** Schmidseeder J. Atlas de odontología estética. Primera Edición. Editorial Masson. 1999.
- 51.** Supo J. Seminarios de investigación científica. Niveles de investigación. sitio en internet. Acceso 25 de octubre del 2018. Disponible en:
https://kupdf.net/download/investigacion-cientifica-jos-eacute-supopdf_58f42a6adc0d60c24cda983e_pdf
- 52.** Polit D, Hungler B. Investigación científica en ciencias de la salud. 6ta ed. México. Editorial McGraw Hill Interamericana. 2000.

ANEXOS

ANEXO N° 1

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE MEDICINA
E.A.P ODONTOLOGÍA
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS DE FASE
EXPERIMENTAL

Resinas compuestas FiltekBulkFill y Forma	Tipo de técnica de fotopolimerización y grupo.	N° de muestra de las resinas compuestas	Tiempo de fotocurado
Resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE)	subgrupo 1 Técnica Full (T1)	1	20 SEGUNDOS
		2	20 SEGUNDOS
		3	20 SEGUNDOS
		4	20 SEGUNDOS
		5	20 SEGUNDOS
		6	20 SEGUNDOS
		7	20 SEGUNDOS
		8	20 SEGUNDOS
	subgrupo 2 Técnica Rampante (T2)	1	20 SEGUNDOS
		2	20 SEGUNDOS
		3	20 SEGUNDOS
		4	20 SEGUNDOS
		5	20 SEGUNDOS
		6	20 SEGUNDOS
		7	20 SEGUNDOS
		8	20 SEGUNDOS
	subgrupo 3 Técnica Pulsátil (T3)	1	20 SEGUNDOS
		2	20 SEGUNDOS
		3	20 SEGUNDOS
		4	20 SEGUNDOS
		5	20 SEGUNDOS

		6	20 SEGUNDOS
		7	20 SEGUNDOS
		8	20 SEGUNDOS
Resina FORMA	subgrupo 1 Técnica Full (T1)	1	20 SEGUNDOS
		2	20 SEGUNDOS
		3	20 SEGUNDOS
		4	20 SEGUNDOS
		5	20 SEGUNDOS
		6	20 SEGUNDOS
		7	20 SEGUNDOS
		8	20 SEGUNDOS
	subgrupo 2 Técnica Rampante (T2)	1	20 SEGUNDOS
		2	20 SEGUNDOS
		3	20 SEGUNDOS
		4	20 SEGUNDOS
		5	20 SEGUNDOS
		6	20 SEGUNDOS
		7	20 SEGUNDOS
		8	20 SEGUNDOS
	subgrupo 3 Técnica Pulsátil (T3)	1	20 SEGUNDOS
		2	20 SEGUNDOS
		3	20 SEGUNDOS
		4	20 SEGUNDOS
		5	20 SEGUNDOS
		6	20 SEGUNDOS
		7	20 SEGUNDOS
		8	20 SEGUNDOS

FORMULARIO DE MEDICIÓN: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

Material	Técnica de fotopolimerización	Número de muestra	Carga máxima soportada por el espécimen (kg)	Área de la sección transversal de la probeta mm²	R= Resistencia Compresiva MPa
Resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE)	Subgrupo 1 Técnica Full (T1)	1	208	12.5664	162.32
		2	178	12.5664	138.90
		3	212	12.5664	165.44
		4	214	12.5664	167.00
		5	225	12.5664	175.58
		6	203	12.5664	158.41
		7	222	12.5664	173.24
		8	157	12.5664	122.52
	subgrupo 2 Técnica Rampante (T2)	1	236	12.5664	184.17
		2	294	12.5664	229.43
		3	246	12.5664	191.97
		4	200	12.5664	156.07
		5	203	12.5664	158.41
		6	252	12.5664	196.65
		7	208	12.5664	162.32
		8	296	12.5664	230.99
	subgrupo 3 Técnica Pulsátil (T3)	1	160	12.5664	124.86
		2	223	12.5664	174.02
		3	212	12.5664	165.44
		4	177	12.5664	138.12
		5	196	12.5664	152.95
		6	210	12.5664	163.88
		7	182	12.5664	142.03
		8	204	12.5664	159.19

Material	Técnica de fotopolimerización	Número de muestra	Carga máxima soportada por el espécimen (kg)	Área de la sección transversal de la probeta mm ²	R= resistencia compresiva MPa
Resina Forma (ULTRADENT)	Subgrupo 1 Técnica Full (T1)	1	132	12.5664	103.01
		2	108	12.5664	84.28
		3	146	12.5664	113.93
		4	183	12.5664	142.81
		5	192	12.5664	149.83
		6	160	12.5664	124.86
		7	175	12.5664	136.56
		8	111	12.5664	86.62
	subgrupo 2 Técnica Rampante (T2)	1	247	12.5664	192.75
		2	176	12.5664	137.34
		3	187	12.5664	145.93
		4	174	12.5664	135.78
		5	148	12.5664	115.49
		6	237	12.5664	184.95
		7	238	12.5664	185.73
		8	126	12.5664	98.32
	subgrupo 3 Técnica Pulsatil (T3)	1	147	12.5664	114.71
		2	142	12.5664	110.81
		3	203	12.5664	158.41
		4	127	12.5664	99.10
		5	143	12.5664	111.59
		6	194	12.5664	151.39
		7	128	12.5664	99.88
		8	168	12.5664	131.10

ANEXO N° 2
REGISTRO FOTOGRÁFICO

Figura N° 4. Instrumental y materiales para la confección de las muestras.



Figura N° 5 y 6. Resinas a utilizar Filtek Bulk Fill (3M ESPE) Y resina Forma (ULTRADENT)



Figura N° 7 y 8. Matrices metálicos de 4mm de diámetro y 4mm de altura.



Elaboración de las muestras de los dos tipos de resina compuesta con cada técnica de fotopolimerización.

Figura N° 9 y 10. Se coloca vaselina en los moldes y se deja sobre una cinta celuloide en una platina de vidrio

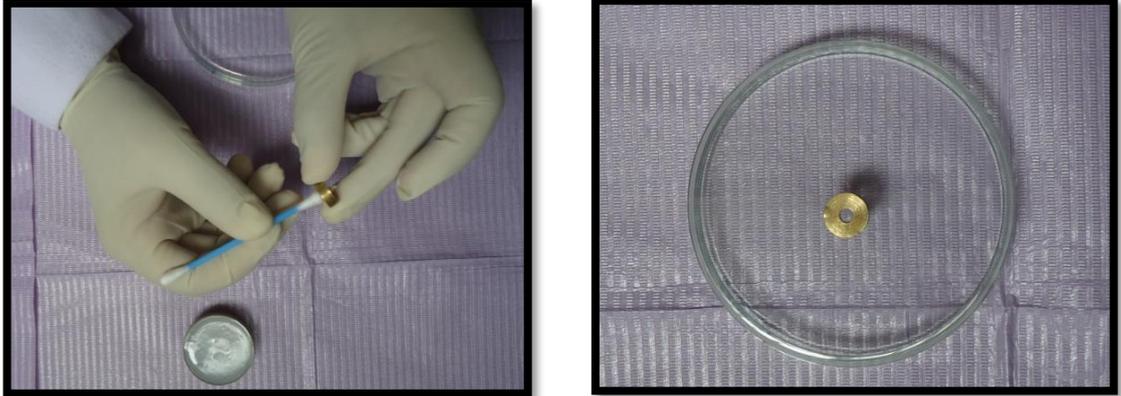


Figura N° 11, 12 y 13. La resina Forma tendrá un incremento inicial de 2mm fotocurando 20 segundos y un último incremento de 2mm, colocando previamente a la fotopolimerización una cinta celuloide y una platina ejerciendo presión para luego retirar la platina y fotocurar 20 segundos.

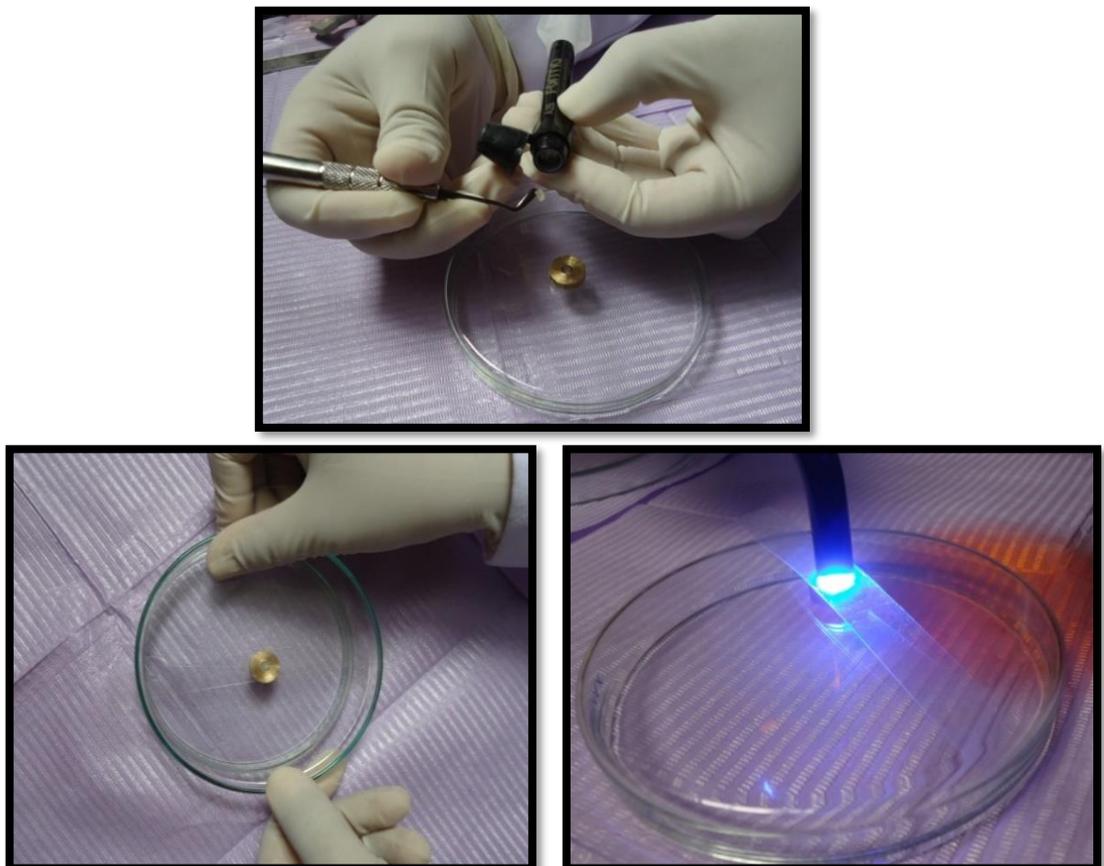


Figura N° 14, 15 y 16. La resina Filtek Bulk Fill tendrá un incremento de 4mm, colocando previamente a la fotopolimerización una cinta celuloide y una platina ejerciendo presión para luego retirar la platina y fotocurar 20 segundos.

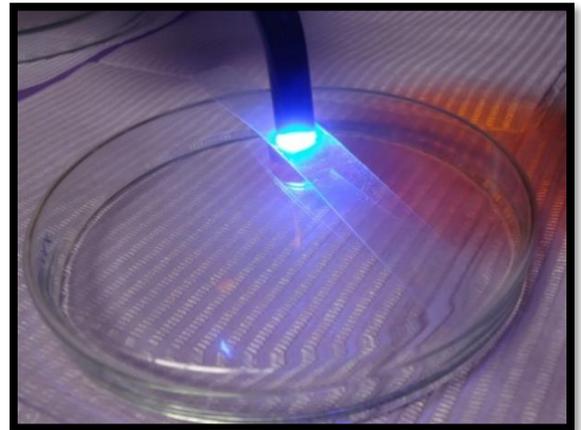
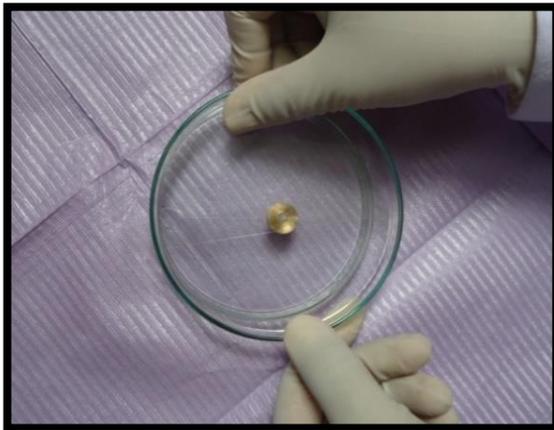


Figura N° 17, 18, 19, 20 Y 21. Muestra final de la resina de 4mm de diámetro y 4 mm de altura cuyas medidas fueron constatadas con el calibrador MITUTOYO y colocadas en envases estériles con agua destilada.



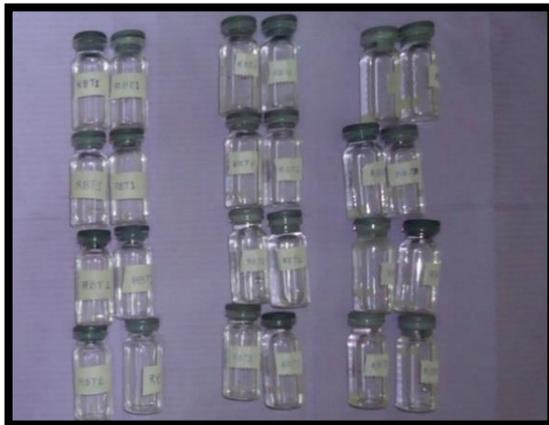


Figura N° 22 y 23. Ensayo de compresión con la máquina de ensayo universal.



Figura N° 24. Laboratorio de Ingeniería Mecánica



ANEXO N° 3

Informe técnico de la Universidad Nacional de Ingeniería.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Mecánica

Laboratorio de Energía – Lab. 05

ENSAYO DE COMPRESION EN MUESTRAS DE RESINAS

Informe : 343/LAB. N° 11/2018

Solicitantes : FIGUEROA FABIÁN JERICA GABRIELA

CAMPOS LOZANO PRISCILA ELIZABETH

Fecha : Lima 29 de Noviembre del 2018

1. ANTECEDENTES	Se recibió cuarenta y ocho (48) muestras de resinas, con la finalidad de realizarle la siguiente prueba. ENSAYO DE COMPRESION Tesis titulada "EFECTO DE LAS TECNICAS DE FOTOPOLIMERIZACION SOBRE LA RESISTENCIA COMPRESIVA DE LAS RESINAS COMPUESTAS FILTEK BULK FILL (3M ESPE) Y LA RESINA FORMA (ULTRADENT), REALIZADO EN LOS LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, 2018"
2. DE LA MUESTRA	Se identificó según el cliente, como: 24 RESISTENCIA COMPRESIVA DE LAS RESINAS COMPUESTAS FILTEK BULK FILL (3M ESPE). DIVIDIDA EN 3 SUBGRUPOS (8 MUESTRAS CADA SUBGRUPO) 24 RESISTENCIA COMPRESIVA DE LAS RESINA FORMA (ULTRADENT). DIVIDIDA EN 3 SUBGRUPOS (8 MUESTRAS CADA SUBGRUPO)
3. EQUIPOS UTILIZADOS	Maquina universal maraca J. ALFRED AMSLER Unidad de lectura mínima 1 Kg Vernier Digital marca MITUTOYO aproximación 0,01 mm.
4. CONDICIONES DE ENSAYO	T. : 23 °C H.R. : 67 %



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Perú
E-mail: lab5energiafm@uni.edu.pe
Telf.: 481-1070 Anexo 4433 / 482-3638



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Mecánica

Laboratorio de Energía – Lab. 05

5.1 RESISTENCIA COMPRESIVA DE LA RESINA FORMA (ULTRADENT).

MATERIAL	TECNICAS DE FOTOPOLIMERIZACION	N° DE MUESTRAS	CARGA MAXIMA (Kg)	AREA (mm ²)	RESISTENCIA COMPRESIVA MPA
RESINA FORMA(ULTRADENT)	TECNICA FULL (T1)	1	132	12.5664	103.01
		2	178	12.5664	138.90
		3	146	12.5664	113.93
		4	183	12.5664	142.81
		5	192	12.5664	149.83
		6	160	12.5664	124.86
		7	175	12.5664	136.56
		8	111	12.5664	86.62
	TECNICA RAMPANTE (T2)	1	247	12.5664	192.75
		2	176	12.5664	137.34
		3	187	12.5664	145.93
		4	174	12.5664	135.78
		5	148	12.5664	115.49
		6	237	12.5664	184.95
		7	238	12.5664	185.73
		8	126	12.5664	98.32
	TECNICA PULSATIL (T3)	1	147	12.5664	114.71
		2	142	12.5664	110.81
		3	203	12.5664	158.41
		4	127	12.5664	99.10
		5	143	12.5664	111.59
		6	194	12.5664	151.39
		7	128	12.5664	99.88
		8	168	12.5664	131.10



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Perú
E-mail: lab5energiafim@uni.edu.pe
Telf.: 481-1070 Anexo 4433 / 482-3638



5.2 RESISTENCIA COMPRESIVA DE LA RESINA COMPUESTAS FILTEK BULK FILL (3M ESPE).

MATERIAL	TECNICAS DE FOTOPOLIMERIZACION	Nº DE MUESTRAS	CARGA MAXIMA (Kg)	AREA (mm2)	RESISTENCIA COMPRESIVA MPA
RESINA FILTEK BULK FILL (3M ESPE)	TECNICA FULL (T1)	1	208	12.5664	162.32
		2	178	12.5664	138.90
		3	212	12.5664	165.44
		4	214	12.5664	167.00
		5	225	12.5664	175.58
		6	203	12.5664	158.41
		7	222	12.5664	173.24
		8	157	12.5664	122.52
	TECNICA RAMPANTE (T2)	1	236	12.5664	184.17
		2	294	12.5664	229.43
		3	246	12.5664	191.97
		4	200	12.5664	156.07
		5	203	12.5664	158.41
		6	252	12.5664	196.65
		7	208	12.5664	162.32
		8	296	12.5664	230.99
	TECNICA PULSATIL (T3)	1	160	12.5664	124.86
		2	223	12.5664	174.02
		3	212	12.5664	165.44
		4	177	12.5664	138.12
		5	196	12.5664	152.95
		6	210	12.5664	163.88
		7	182	12.5664	142.03
		8	204	12.5664	159.19


ING. SEBASTIÁN LAZO OCHOA
 CIP. 74236
 Jefe (e) del laboratorio de Energía- Lab. 5

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Perú
 E-mail: lab5energiafim@uni.edu.pe
 Telf.: 481-1070 Anexo 4433 / 482-3638

