Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Odontología
Escuela Profesional de Odontología

Eficacia de tres sistemas de pulido sobre la microrugosidad superficial de las resinas Bulk Fill Estudio in vitro

TESIS

Para optar el Título Profesional de Cirujana Dentista

AUTOR

Kiara Solange URQUIZA FUENTES

ASESOR

Abel ANGLAS MACHACUAY

Lima, Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Urquiza K. Eficacia de tres sistemas de pulido sobre la microrugosidad superficial de las resinas Bulk Fill Estudio in vitro [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología; 2026.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Kiara Solange Urquiza Fuentes
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71005932
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-9625-0325
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Abel Anglas Machacuay
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06180992
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-5671-2507
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Liliana Angela Terán Casafranca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06578442
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Elvis Pablo Terrel Navarro
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	21287464
Datos de investigación	
Línea de investigación	**No aplica.**
Grupo de investigación	**No aplica.**

Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Cercado Avenida: Amezaga 375 Latitud: -12.053984911768126 Longitud: -77.08605511820244
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2025
URL de disciplinas OCDE	Odontología, Cirugía oral, Medicina oral https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.14

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
ESCUELA PROFESIONAL

A C T A DE SUSTENTACIÓN PRESENCIAL N.º 017/FO-EPO/2026

Los Docentes que suscriben, reunidos el 06 de mayo de 2026 en la ciudad de Lima, siendo las 09:00 horas, por encargo de la Señora Decana de la Facultad, con el objeto de constituir el Jurado de Sustentación para optar el Título Profesional de Cirujana Dentista de la Bachiller:

KIARA SOLANGE URQUIZA FUENTES

CERTIFICAN:

Que, luego de la Sustentación de la Tesis **«EFICACIA DE TRES SISTEMAS DE PULIDO SOBRE LA MICRORUGOSIDAD SUPERFICIAL DE LAS RESINAS BULK FILL ESTUDIO IN VITRO»** y habiendo absuelto las preguntas formuladas, demostró un grado de aprovechamiento:

BUENO
(escala)

Siendo calificada con un promedio de: DIECISEIS (en letras) 16 (en números)

En tal virtud, firmamos en la Ciudad Universitaria, a los seis días del mes de mayo del año dos mil veintiséis.

PRESIDENTA DEL JURADO

C.D. Esp. Liliana Angela Terán Casafranca

MIEMBRO SECRETARIO

Mg. Elvis Pablo Terrel Navarro

MIEMBRO VOCAL (ASESOR)

C.D. Abel Anglas Machacuay

Escala de calificación: Grado de Aprovechamiento:
Sobresaliente (18-20), Bueno (15-17), Regular (12-14), Desaprobado (11 o menos)
Criterios: Originalidad, Exposición, Dominio del Tema, Respuestas.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

Anexo 1
CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **Abel Anglas Machacuay** en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen de la EPO **N.°00039-FO-EPO-2026** de la tesis cuyo título es **"EFICACIA DE TRES SISTEMAS DE PULIDO SOBRE LA MICRORUGOSIDAD SUPERFICIAL DE LAS RESINAS BULK FILL. ESTUDIO IN VITRO"** presentado por la bachiller **Kiara Solange Urquiza Fuentes**, para optar el título profesional de Cirujana Dentista.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el **16%** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del título profesional de Cirujana Dentista.

Lima, 31 de Mayo de 2026



Firma del Asesor
Nombres y Apellidos del asesor: **Abel Anglas Machacuay**

DNI: 06180992

* Según corresponda: bachiller, magíster, doctor; título profesional o título de segunda especialidad

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

DEDICATORIAS

A Dios, por permitirme ser fuerte y no rendirme durante mi proceso de formación profesional.

A mis padres, Sonia y Enrique, por seguir creyendo en mí aun cuando ni yo misma podía hacerlo.

A mi por luchar hasta el final y jamás darme por vencida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por ser para siempre mi alma mater, cuna de mis conocimientos, por haberme formado académica y humanamente.

A toda mi familia, por convertirse en mi gran motivación, por formarme en valores e inculcarme la fé en Dios.

A mi asesor, por su paciencia, guía y valiosa orientación durante la ejecución de esta investigación.

A mis jurados, por cada una de sus observaciones que contribuyeron enormemente en el desarrollo de esta investigación.

RESUMEN

Objetivo: Determinar la eficacia de tres sistemas de pulido sobre la microrugosidad superficial en dos marcas de resina Bulk Fill mediante una evaluación in vitro.

Metodología: Estudio experimental, prospectivo, transversal, analítico. Se elaboraron 60 discos de resina de las marcas Filtek One Bulk Fill - 3M y Tetric N-PowerFill 2 - Ivoclar Vivadent (30 por cada marca), con medidas de 1 cm de diámetro y 2 mm de espesor, utilizando una arandela metálica. Los especímenes se fotopolimerizaron durante 20 segundos con una lámpara Bluephase N a 1200 mW/cm², manteniendo la punta a 1 mm de distancia, y posteriormente se pulieron con fresas ultrafinas de 2 mm para obtener superficies homogéneas. Se realizó una primera medición con el rugosímetro digital obteniendo la microrugosidad inicial de los discos antes del pulido. Luego, por cada marca de resina se formaron 3 subgrupos compuestos por 10 discos. Posteriormente a cada subgrupo se le asignó un sistema de pulido: Optra Gloss (Ivoclar Vivadent), Jiffy Polishing System (Ultradent) y Diacomp Plus Twist (EVE). Los discos se pulieron siguiendo el protocolo de pulido para cada marca. Se realizó una última medición después del pulido obteniendo las microrugosidades finales.

Resultados: Las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk confirmaron distribución normal de los datos ($p>0.05$), y la prueba de Levene mostró homogeneidad de varianzas ($p>0.05$). La prueba t de Student para muestras relacionadas evidenció una reducción significativa de la microrugosidad tras el pulido en ambas resinas ($p<0.05$). El ANOVA de un factor reveló diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas de pulido ($p<0.05$). El análisis post hoc con corrección de Bonferroni identificó diferencias significativas entre varios pares de sistemas, destacando que un sistema obtuvo los valores más bajos de microrugosidad final.

Conclusiones: Los tres sistemas de pulido redujeron la microrugosidad superficial; sin embargo, no todos mostraron la misma eficacia. El sistema de pulido que presentó los mejores resultados alcanzó la superficie más lisa en comparación con los demás. Estos hallazgos evidencian la importancia de seleccionar adecuadamente el sistema de pulido para optimizar la calidad superficial de las resinas Bulk Fill.

Palabras clave: Resinas Bulk Fill - Rugosidad superficial - Sistemas de pulido - Microrugosidad - Pulido dental

ABSTRACT

Objective: To determine the efficacy of three polishing systems on the surface microroughness of two Bulk Fill resin composites through an in vitro evaluation.

Methods: An experimental, prospective, cross-sectional, and analytical study was conducted. Sixty resin discs were fabricated using Filtek One Bulk Fill (3M) and Tetric N-PowerFill 2 (Ivoclar Vivadent), with 30 discs per material, each measuring 1 cm in diameter and 2 mm in thickness. All specimens were light-cured for 20 seconds with a Bluephase N unit (1200 mW/cm²) at a 1-mm distance and subsequently standardized using 2-mm ultrafine burs. Initial microroughness was recorded using a digital profilometer prior to polishing. Each resin type was divided into three subgroups (n=10), randomly assigned to one polishing system: Optra Gloss (Ivoclar Vivadent), Jiffy Polishing System (Ultradent), or Diacomp Plus Twist (EVE). Polishing was performed according to each manufacturer's protocol, followed by a final microroughness measurement.

Results: Shapiro–Wilk tests confirmed normal distribution of the data ($p > 0.05$), and Levene's test verified homogeneity of variances ($p > 0.05$). Paired Student's t-tests revealed significant reductions in microroughness after polishing for both resin types ($p < 0.05$). One-way ANOVA showed statistically significant differences among the polishing systems ($p < 0.05$). Bonferroni-adjusted post hoc analyses identified significant differences between several system comparisons, indicating that not all polishing protocols produce equivalent surface outcomes.

Conclusions: All polishing systems effectively reduced surface microroughness; however, their performance differed significantly. The system demonstrating the lowest final microroughness achieved the smoothest surface finish. These findings highlight the importance of selecting an appropriate polishing system to optimize the surface quality of Bulk Fill resin composite.

Keywords: Bulk Fill Resins - Surface Roughness - Polishing Systems - Microroughness - Dental Polishing

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN 10

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 12

2.1 Área problema 12

2.2 Delimitación 13

2.3 Formulación del problema 14

2.4 Objetivos 14

2.5 Justificación 14

2.6 Limitaciones 15

III. MARCO TEÓRICO 16

3.1 Antecedentes 16

3.2 Bases teóricas 21

3.3. Definición de términos 36

3.4. Hipótesis 39

3.5. Operacionalización de variables 40

IV. METODOLOGÍA 42

4.1. Tipo de investigación 42

4.2. Población y muestra 42

4.3. Procedimientos y técnica 42

4.4. Procesamiento de datos 43

4.5. Análisis de resultados 44

V. RESULTADOS 46

VI. DISCUSIÓN 53

VII. CONCLUSIONES 56

VIII. RECOMENDACIONES 57

IX. REFERENCIAS 58

X. ANEXOS 61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la microrugosidad superficial antes y después del pulido en la resina Tetric N Power Fill 2 - Ivoclar Vivadent 46

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la microrugosidad superficial antes y después del pulido en la resina Filtek One Bulk Fill - 3M..... 47

Tabla 3. Pruebas de Normalidad..... 48

Tabla 4. Diferencias en la microrugosidad superficial antes y después del pulido en la resina Tetric N Power Fill 2 - Ivoclar Vivadent 48

Tabla 5. Diferencias en la microrugosidad superficial antes y después del pulido en la resina Filtek One Bulk Fill - 3M..... 49

Tabla 6. Diferencias significativas entre los grupos de pulido de la resina Tetric N Power Fill 2 - Ivoclar Vivadent mediante la prueba ANOVA de un factor 50

Tabla 7. Comparaciones múltiples Post Hoc con Corrección de Bonferroni para los grupos de pulido de la resina Tetric N Power Fill 2 - Ivoclar Vivadent 51

Tabla 8. Diferencias significativas entre los grupos de pulido de la resina Filtek One Bulk Fill - 3M mediante la prueba ANOVA de un factor 51

Tabla 9. Comparaciones múltiples Post Hoc con Corrección de Bonferroni para los grupos de pulido de la resina Filtek One Bulk Fill - 3M 52

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Estadísticos descriptivos de la microrugosidad superficial antes y después del pulido en la resina Tetric N Power Fill 2 - Ivoclar Vivadent 45

Gráfico 2. Estadísticos descriptivos de la microrugosidad superficial antes y después del pulido en la resina Filtek One Bulk Fill - 3M 47

Gráfico 3. Comparación de medias en las diferencias de la microrugosidad superficial antes y después del pulido en la resina Tetric N Power Fill 2 - Ivoclar Vivadent..... 49

Gráfico 4. Comparación de medias en las diferencias de la microrugosidad superficial antes y después del pulido en la resina Filtek One Bulk Fill - 3M 50

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia 61

ANEXO 2. Instrumento de recolección de datos 62

ANEXO 3. Fotografías del procedimiento in vitro 64

ANEXO 4. Aprobación del comité de ética 65

ANEXO 5. Pase a ejecución 66

ANEXO 6. Primera medición de microrugosidad antes del pulido 67

ANEXO 7. Segunda medición de microrugosidad posterior al pulido 69

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la odontología restauradora ha experimentado un notable crecimiento gracias al avance de la investigación científica que busca mejorar la calidad, durabilidad y funcionalidad de las restauraciones. Entre estos materiales, las resinas compuestas ocupan un lugar central debido a su versatilidad, su adaptación a diferentes situaciones clínicas y su continua evolución tecnológica. Este progreso ha permitido que las resinas se utilicen con mayor confianza en diversas áreas de la práctica, ampliando sus indicaciones y optimizando los resultados clínicos.

Las resinas *bulk fill* surgieron como una alternativa diseñada para simplificar los procedimientos operatorios, permitiendo trabajar con incrementos más amplios sin comprometer el comportamiento del material. Su incorporación a la práctica diaria responde a la necesidad de agilizar los tiempos clínicos y, al mismo tiempo, mantener resultados predecibles, especialmente en cavidades de mayor profundidad o en zonas de difícil acceso. Estas características han hecho que su uso se extienda rápidamente y que se convierta en una opción habitual en tratamientos restauradores.

En el ejercicio clínico odontológico, una restauración no culmina únicamente con la colocación del material en la cavidad preparada. Luego de este paso, es necesario realizar procedimientos adicionales destinados a mejorar la forma, contorno y adaptación del material en la pieza dental, así como a optimizar su integración con los tejidos circundantes. Para llevar a cabo estas tareas, se han desarrollado diversos instrumentos, técnicas y sistemas que se aplican de manera cotidiana y que forman parte integral del proceso restaurador.

La variedad de sistemas disponibles en el mercado refleja la constante búsqueda de soluciones más eficientes y fáciles de aplicar. Cada uno de ellos presenta particularidades en cuanto a sus materiales, diseño y mecanismo de acción, lo que permite al profesional elegir entre múltiples alternativas según sus necesidades, criterios clínicos y experiencia. Esta diversidad contribuye al progreso de la práctica odontológica, pues proporciona herramientas que pueden adaptarse a distintos materiales restauradores y situaciones clínicas.

A medida que los materiales y los sistemas empleados continúan evolucionando, también surge la necesidad de evaluarlos bajo condiciones controladas que permitan comprender mejor su comportamiento y sus características. El análisis y la comparación de diferentes métodos utilizados en la práctica clínica constituye una herramienta valiosa para fortalecer la toma de decisiones y favorecer el uso adecuado de los recursos

disponibles. De esta manera, la investigación en este campo contribuye a ampliar el conocimiento científico y a respaldar la práctica profesional con información actualizada y basada en evidencia.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. Área Problema

Las resinas compuestas son los materiales más utilizados para restaurar las lesiones causadas por la caries dental, especialmente en piezas dentarias posteriores donde la extensión de la lesión puede llegar a determinar como única opción restaurativa a las resinas compuestas. Esto se debe a sus propiedades biológicas, físicas y químicas, que permiten devolver la funcionalidad y ofrecer un adecuado rendimiento clínico a las estructuras dentarias (1).

Las aplicaciones clínicas de las resinas compuestas requieren de una serie de protocolos y técnicas que implican tiempo y cuidados meticulosos, particularmente en el sector posterior. El manejo convencional se realiza en capas de aproximadamente 2 mm de espesor. Sin embargo, con la aparición de las resinas Bulk Fill, es posible aplicar incrementos de entre 4 y 5 mm mediante la denominada técnica monobloque, lo cual contribuye a la reducción de los tiempos operatorios y a la simplificación de los protocolos clínicos, debido a su menor grado de contracción durante la polimerización. No obstante, para que estas ventajas se aprovechen de manera efectiva, es indispensable el uso de una unidad de fotopolimerización con características técnicas adecuadas, ya que no todas las lámparas disponibles en el mercado aseguran una correcta activación del material en profundidades mayores. (2)

El acabado y pulido de las restauraciones de resina compuesta constituye una etapa fundamental, ya que permite reducir el acúmulo de placa bacteriana, mejorar las propiedades ópticas y, por ende, aumentar la longevidad de la restauración. Diversos estudios, tanto in vitro como clínicos, respaldan estos beneficios (3). A pesar del creciente uso de las resinas Bulk Fill en la práctica odontológica debido a su facilidad de aplicación y eficiencia clínica, existen pocos estudios específicos que evalúen el comportamiento de estas resinas frente a procedimientos de acabado y pulido. Esta limitación en la evidencia científica dificulta la toma de decisiones clínicas fundamentadas, especialmente en lo que respecta a la elección del sistema de pulido más adecuado. Además, es necesario delimitar las indicaciones clínicas reales de estas resinas, considerando que su principal ventaja radica en su resistencia y funcionalidad, más que en alcanzar un alto nivel estético. Por ello, resulta indispensable determinar si los sistemas actuales de pulido logran proporcionar un acabado superficial clínicamente aceptable en este tipo de materiales, de manera que se optimicen los resultados sin comprometer su integridad estructural ni su eficiencia operativa. (4)

2.2. Delimitación

Las denominadas resinas mono block o Bulk Fill disminuyen considerablemente el tiempo de trabajo al reducir el número de incrementos colocados en la cavidad de la restauración permitiendo una polimerización eficiente con una profundidad de curado de hasta 5 milímetros comparado con las resinas convencionales cuya profundidad de curado es de máximo 2 milímetros. (5) Existen dos marcas comerciales que son muy reconocidas: Ivoclar Vivadent que cuenta con un buen acabado y Filtek Bulk-Fill que ofrece una larga duración, de los cuales hay carencia de estudios que den seguimiento a los resultados del uso de estas resinas en largos periodos de tiempo.(6)

La rugosidad superficial se refiere a la irregularidad en la superficie de las resinas, se ve influenciada por factores que son el tipo, tamaño y cantidad de las partículas de relleno y además la técnica de acabado y pulido que se realiza en la operatoria dental de las restauraciones por lo que es necesario evidenciar las implicancias en la rugosidad de acuerdo al tipo de resina. Las resinas con superficie rugosa favorecen la acumulación de placa bacteriana y pueden ser un irritante mecánico en zonas cercanas a los tejidos gingivales. (7) Al respecto, un estudio reciente que evaluó los efectos de los sistemas de pulido de dos y tres pasos en las propiedades superficiales de las resinas pudo hallar que los sistemas de pulido de caucho impregnado con diamante dieron como resultado que todos los composites de resina tengan superficies más lisas y brillantes. (8) Otro estudio demostró que las características y la composición de los discos de pulido y su uso en la resinas tienen un efecto en la topografía, el brillo y la rugosidad superficial de las restauraciones de resina. (9)

Desde una perspectiva general, el objetivo principal del pulido no se limita únicamente a mejorar la estética de la restauración, sino que también busca garantizar una superficie biocompatible, lisa y funcional, que minimice la colonización bacteriana y mantenga su integridad en el tiempo. En este sentido, la obtención de un brillo superficial adecuado es considerada un indicador clínico del éxito del procedimiento de pulido, ya que refleja no solo el alisado efectivo de la superficie, sino también su capacidad para repeler pigmentos y reducir la adhesión bacteriana. La identificación de los sistemas de pulido más óptimos para obtener una superficie lisa y libre de rugosidades aún representa un desafío clínico. Evidentemente, una superficie con un acabado y pulido adecuados contribuye significativamente a la reducción de pigmentaciones, a la minimización de la retención de placa bacteriana y, en consecuencia, a la salud bucal del paciente, además de favorecer la mayor longevidad de las restauraciones. Por el contrario, las superficies rugosas influyen negativamente en la durabilidad clínica del material restaurador, al favorecer la acumulación de placa,

el desarrollo de inflamación gingival y la aparición de manchas extrínsecas, comprometiendo tanto la función como la estética de la restauración. (10)

2.3. Formulación del Problema

¿Cuál es la eficacia de tres sistemas de pulido sobre la microrugosidad superficial en dos marcas de resina Bulk Fill mediante una evaluación in vitro?

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivos Generales de la Investigación

Determinar la eficacia de tres sistemas de pulido sobre la microrugosidad superficial en dos marcas de resina Bulk Fill mediante una evaluación in vitro.

2.4.2. Objetivos Específicos de la Investigación

- Determinar la microrugosidad superficial de la resina 3M- Filtek One Bulk Fill según los sistemas de pulido Optra Gloss - Ivoclar Vivadent, Jiffy Polishing System - Ultradent y Diacomp Twist - EVE.
- Determinar la microrugosidad superficial de la resina Tetric N-PowerFill 2 - Ivoclar Vivadent según los sistemas de pulido Optra Gloss - Ivoclar Vivadent, Jiffy Polishing System - Ultradent y Diacomp Twist - EVE.
- Comparar las microrugosidades de las resinas 3M- Filtek One Bulk Fill y Tetric N-PowerFill 2 - Ivoclar Vivadent según los sistemas de pulido Optra Gloss - Ivoclar Vivadent, Jiffy Polishing System - Ultradent y Diacomp Twist - EVE.

2.5. Justificación

2.5.1. Justificación clínica

La restauración dental efectiva y duradera es esencial en la práctica odontológica. Las resinas compuestas son materiales ampliamente utilizados en la restauración de lesiones por caries, pero presentan desafíos, como la contracción por polimerización y una limitada profundidad de curado. Las resinas Bulk Fill surgen como una alternativa que permite restauraciones más rápidas, con menor sensibilidad postoperatoria, atribuida a un mejor sellado debido a su técnica monobloque, y mayor eficiencia clínica. Sin embargo, la calidad final de estas restauraciones depende en gran medida de una adecuada técnica de acabado y pulido, ya que una superficie rugosa puede facilitar la acumulación de placa bacteriana, pigmentación y comprometer la longevidad del

tratamiento. Por tanto, evaluar la microrugosidad superficial tras diferentes sistemas de pulido en estas resinas es esencial para optimizar los resultados clínicos.

2.5.2. Justificación social

La caries dental es una de las enfermedades más prevalentes en el mundo, afectando entre el 60% y 90% de la población. Esta alta incidencia representa no solo un problema de salud pública, sino también una carga económica para las familias y los sistemas sanitarios. Mejorar la calidad de las restauraciones dentales contribuye directamente a reducir complicaciones como la reincidencia de caries, evitando tratamientos repetitivos que elevan los costos y el desgaste emocional en los pacientes. Al evaluar la efectividad de los sistemas de pulido en resinas Bulk Fill, se promueve un acceso seguro a tratamientos restauradores, elevando la calidad de vida de los pacientes y favoreciendo la salud bucal comunitaria.

2.5.3. Justificación científica

Existe una carencia de estudios suficientes que analicen el comportamiento de las resinas Bulk Fill en relación con su microrugosidad superficial, especialmente tras la aplicación de diferentes sistemas de pulido. La investigación en este campo permitirá generar evidencia comparativa y objetiva sobre la eficacia de estos materiales y técnicas, lo cual es indispensable para la toma de decisiones clínicas basadas en la evidencia. Además, el estudio de la microrugosidad superficial es crucial porque se relaciona directamente con el comportamiento físico, estético y biológico del material restaurador. De este modo, la presente investigación contribuirá a fortalecer el conocimiento científico en odontología restauradora, abriendo camino a futuras mejoras tecnológicas y clínicas.

2.6. Limitaciones

Para la presente investigación propuesta las limitaciones que se pueden presentar son:

- El diseño metodológico del estudio in vitro no permitirá extrapolar los datos clínicamente.
- Los tipos de resina seleccionadas no nos reflejaran un resultado general para las demás presentaciones de resinas ya que cada una de estas es diferente en su composición.
- El porcentaje de error en cuanto a la aplicación del rugosímetro en cada caso de resina es bajo pero existente.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

Karakaş *et al.* (2025) desarrollaron una investigación cuyo objetivo fue evaluar cómo cinco sistemas de pulido afectan la rugosidad superficial y el cambio de color en nuevas resinas compuestas de relleno en masa. Se trabajó con cinco tipos de resinas (Stark Bulk Fill, SDR Plus, SonicFill 3, Charisma Bulk Flow One y Filtek Z250), subdivididas según el método de pulido aplicado: Optra Gloss (OG), OG con pasta Diapolisher (OG D), OptiDisc (OD), OD con Diapolisher (OD D) y Occlubrush (OCC). La rugosidad superficial se midió utilizando un perfilómetro después de los procedimientos de pulido, mientras que la morfología de la superficie se evaluó mediante microscopía de fuerza atómica y microscopía electrónica de barrido.
Luego, las muestras se dividieron en dos subgrupos más para el envejecimiento en agua destilada y café (n = 5). Se registraron los parámetros de color iniciales y los medidos después de 7 días para evaluar el cambio de color. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA de dos vías, seguido de pruebas post-hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$). La rugosidad superficial (SR) varió significativamente según el tipo de resina compuesta y el sistema de pulido utilizado ($p < 0,001$). El sistema Occlubrush (OCC) generó las superficies más lisas en las resinas STARK y SDR, mientras que Charisma mostró la menor SR cuando se pulió con OptiDisc + Diapolisher (OD D) ($p < 0,05$). La combinación OptraGloss + Diapolisher (OG D) produjo consistentemente una menor rugosidad que OptraGloss solo ($p < 0,001$). En cuanto al cambio de color (ΔE_{00}), se observaron diferencias significativas. SonicFill y Filtek mostraron la mayor estabilidad cromática cuando se pulieron con OG D y OCC. La resina SDR presentó el mayor cambio de color tras la exposición a café, con excepción del grupo OD D ($p < 0,003$). Se concluye que tanto el sistema de pulido como el tipo de resina compuesta influyen de forma significativa en la rugosidad superficial y la estabilidad del color. La interacción entre ambos factores fue determinante, destacando el sistema Occlubrush (OCC) por generar las superficies más lisas. Además, Charisma y Filtek mostraron comportamientos superficiales similares. En cuanto al cambio de color, también se observaron diferencias relevantes según el método de pulido y la resina empleada, subrayando la importancia de una adecuada selección de materiales y técnicas en la práctica clínica. (11)

Aljamhan *et al.* (2021) este estudio in vitro tuvo como objetivo comparar el efecto de tres sistemas de acabado/pulido sobre la rugosidad superficial (Ra) de

resinas compuestas convencionales y de relleno masivo. Se utilizaron tres composites bulk-fill (Filtek Bulk-fill®, SonicFill Bulk-fill®, SDR Bulk-fill®) y un composite convencional (Filtek XT Z350®). Se fabricaron 30 discos (10 mm × 2 mm) a partir de los cuatro materiales, divididos en tres grupos (n = 10) dependiendo de los tres sistemas de acabado/pulido utilizados (Astropol ® , Ivoclar Vivadent; PoGo ® , Dentsply; Sof-LexTM ® , 3M ESPE). La rugosidad superficial se midió con un perfilómetro óptico (Contour-GT-X®, EE. UU.) y se analizaron los datos mediante ANOVA y la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Se observaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de Ra entre los distintos materiales y sistemas de pulido. Filtek XT Z350® mostró la menor rugosidad superficial, mientras que SDR Bulk-fill® presentó los valores más altos, especialmente con el sistema Astropol®. PoGo® proporcionó mejores resultados en SonicFill® y SDR®. Estos hallazgos destacan la importancia de una adecuada selección del sistema de pulido en función del tipo de resina compuesta para optimizar las propiedades superficiales en restauraciones clínicas. (12)

Khudhur *et al.* (2022) se llevó a cabo una investigación in vitro cuyo objetivo fue evaluar la influencia de un sistema de pulido de un solo paso en la rugosidad superficial de tres materiales de resina compuesta de relleno masivo. Se prepararon treinta discos (10 mm × 2 mm) a partir de los materiales Filtek One Bulk-Fill (3M), Tetric EvoCeram Bulk-Fill (Ivoclar Vivadent) y Ecosite Bulk-Fill (DMG), los cuales fueron fotopolimerizados con una intensidad de luz de 1000 mW/cm² durante 20 segundos. Las muestras se dividieron en tres grupos (n = 10) y fueron terminadas con una fresa de carburo de tungsteno de grano fino, seguida de pulido con One Gloss durante 30 segundos por un único operador. La rugosidad superficial fue medida mediante un perfilómetro mecánico calibrado. Los resultados revelaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Tetric EvoCeram mostró el menor valor de rugosidad (Ra = 0,19 µm), considerado clínicamente aceptable, mientras que Filtek One presentó el mayor valor (Ra = 0,38 µm). Estos hallazgos sugieren que la composición del material y el tipo de relleno influyen significativamente en el comportamiento superficial tras el pulido, siendo Tetric EvoCeram el material con mejor desempeño en este estudio. (13)

Paolone *et al.* (2020) tuvieron como propósito evaluar el efecto de distintos sistemas de acabado y pulido sobre la rugosidad superficial y el brillo de materiales de restauración en bloque de masa completa. Se evaluaron cuatro materiales de restauración en bloque: SonicFill 2 (SF), Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (FB),

Tetric EvoCeram Bulk-fill (EC) y Fill-Up! (FU). Para cada material se confeccionaron sesenta discos (2 mm de espesor y 7 mm de diámetro), que se asignaron aleatoriamente (n = 15) a cuatro sistemas de acabado y pulido: Sof-Lex Spiral Wheels (SW), HiLusterPLUS (HL), Astropol (AP) y Opti 1 Step (OS). Las superficies de las muestras se sometieron a los respectivos protocolos de acabado y pulido según las recomendaciones de cada fabricante. Posteriormente, se midieron la rugosidad superficial (Ra) mediante un rugosímetro y el brillo superficial mediante un medidor de brillo. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) tanto entre materiales como entre sistemas de acabado/pulido. En general, los sistemas multipaso mostraron una mayor eficacia en la reducción de la rugosidad, mientras que los sistemas simplificados presentaron limitaciones en la obtención de superficies con brillo adecuado. Dentro de los materiales evaluados, SonicFill 2 presentó los mejores valores de brillo, mientras que Fill-Up! mostró las mayores irregularidades superficiales. Estos hallazgos resaltan la influencia del protocolo de acabado/pulido en las propiedades superficiales de los compuestos bulk-fill y su importancia para el éxito clínico a largo plazo de las restauraciones directas. (14)

Ishii *et al.* (2020) desarrollaron una investigación cuyo objetivo fue determinar la influencia de diferentes técnicas de acabado y pulido en las propiedades superficiales de compuestos de resina de relleno masivo, mediante la evaluación de la rugosidad superficial (Ra), la energía libre superficial (SFE) y observaciones por microscopía electrónica de barrido (SEM). Se analizaron tres resinas de relleno masivo (Tetric EvoCeram Bulk Fill, Filtek Bulk Fill y Filtek Bulk Fill Flowable Restorative) y dos resinas convencionales (Clearfil AP-X y Estelite ∑ Quick). Se prepararon setenta muestras fotopolimerizadas por material y se dividieron en siete grupos (n = 10). Tres grupos fueron terminados con fresa de diamante de grano fino (FDB) y tres con fresa de carburo de tungsteno (CBB). Posteriormente, un grupo de cada tipo de acabado fue pulido con discos flexibles de óxido de aluminio (SSD) y otro con puntas de silicona impregnadas con partículas de diamante (CMP). Un grupo de referencia no fue sometido a acabado ni pulido. El grupo de referencia mostró los valores de Ra más bajos, mientras que la combinación CBB + SSD logró los mejores resultados entre los métodos activos. EQ presentó consistentemente los valores de Ra más bajos, mientras que AP mostró los más altos en la mayoría de los grupos. En cuanto a la SFE, los acabados con CBB produjeron valores más altos que los realizados con FDB. Las muestras pulidas con CMP presentaron valores de energía superficial más bajos que aquellas pulidas con SSD, independientemente del tipo de acabado previo. Las observaciones por SEM confirmaron superficies más rugosas

tras el acabado con FDB en comparación con CBB, aunque la efectividad del pulido fue dependiente del tipo de material. (15)

Alves *et al.* (2019) determinaron el efecto del pulido adicional sobre diversas propiedades superficiales de compuestos de resina convencionales y de relleno masivo, incluyendo la rugosidad superficial (SR), el ángulo de contacto (CA), la distribución de profundidad de las partículas de carga (DDCP), el mapeo de elementos químicos, la microtopografía tridimensional (3DM) y la micromorfología (MOR). Se analizaron ocho resinas compuestas (Filtek Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill, Opus Bulk Fill, X-tra Fil, Filtek Z250 XT, Grandioso, Tetric N-Ceram y Vittra APS), sometidas a tres técnicas de acabado/pulido: sin tratamiento, acabado y pulido con cauchos abrasivos (Astropol), y Astropol seguido de pulido adicional con cepillo de carburo de silicio (n = 10 por grupo). La SR y el CA se midieron mediante perfilometría y goniómetría adaptada; la 3DM mediante microscopía de fuerza atómica (AFM); la DDCP y la micromorfología se evaluaron por microscopía electrónica de barrido (SEM), y la caracterización química (MOR) mediante espectroscopía de energía dispersiva de rayos X (EDS). El análisis estadístico (ANOVA de dos factores y prueba de Tukey, $p < 0,05$) mostró que el pulido adicional redujo significativamente la SR de FBF, VT, TNCBF y XTFL, y modificó los valores de CA, aumentando en XTFL y disminuyendo en XT. La evaluación de la 3DM reveló superficies más homogéneas y lisas tras el pulido adicional. La DDCP mostró una capa superficial rica en matriz orgánica y una capa subsuperficial con mayor concentración de partículas inorgánicas. EDS confirmó la presencia de carbono, oxígeno, silicio, zirconio y aluminio en todas las resinas. En conjunto, los resultados sugieren que el protocolo de pulido adicional mejora significativamente las propiedades superficiales de los compuestos de resina evaluados. (16)

Granat *et al.* (2020) tuvieron como objetivo comparar la geometría superficial de resinas compuestas convencionales nanohíbridas y resinas bulk-fill de viscosidad regular tras un procedimiento de pulido en dos etapas. Se evaluaron cuatro resinas convencionales (Tetric EvoCeram, GrandioSO, Filtek Z550 y Ceram·X Mono) y cuatro resinas bulk-fill (Tetric EvoCeram Bulk Fill, X-tra Fil, Filtek Bulk Fill Posterior y QuixFil). Las muestras se prepararon utilizando moldes cilíndricos de PMMA y se sometieron a un protocolo de pulido en dos pasos. La geometría superficial se analizó mediante perfilometría y microscopía electrónica de barrido (SEM). Los resultados mostraron que las resinas convencionales presentaron valores de rugosidad superficial (Ra) entre 0.20 y 0.26 µm, indicando superficies más lisas. En contraste,

las resinas bulk-fill mostraron valores de Ra más altos, entre 0.49 y 1.36 µm, excepto Filtek Bulk Fill Posterior, que alcanzó un valor de 0.23 µm, comparable al de las resinas convencionales. Las imágenes SEM corroboraron estos hallazgos, mostrando superficies más rugosas en las resinas bulk-fill, con excepción de Filtek Bulk Fill Posterior, que presentó una superficie suave con ligeros daños. En conclusión, las resinas bulk-fill de viscosidad regular no constituyen un grupo homogéneo en términos de rugosidad superficial tras el pulido, y en su mayoría presentan superficies menos lisas en comparación con las resinas convencionales. Sin embargo, ciertas formulaciones, como Filtek Bulk Fill Posterior, pueden alcanzar niveles de suavidad comparables a las resinas convencionales. (17)

Gömleksiz *et al.* (2022) investigaron cómo distintos sistemas de acabado y pulido afectan la rugosidad superficial de tres tipos de composites: dos nanocompuestos (Filtek Z550 y Filtek Ultimate Body) y un composite de resina de relleno masivo (Filtek Bulk Fill Posterior). Se prepararon 120 muestras en total y se aplicaron cuatro tratamientos diferentes de pulido: sin pulido (control), Sof-Lex Spiral Wheels, Astropol y Clearfil Twist Dia. La rugosidad superficial (Ra) fue medida y las superficies evaluadas mediante microscopía electrónica de barrido. Los resultados mostraron que Filtek Ultimate Body presentó la menor rugosidad, mientras que Filtek Bulk Fill Posterior fue el más rugoso. El grupo control, con superficie moldeada por tira de Mylar, mantuvo el valor más bajo de Ra. Entre los sistemas de pulido, Clearfil Twist Dia fue el que logró un acabado más suave, comparable al control, mientras que Sof-Lex Spiral Wheels generó las superficies más rugosas. Se concluyó que tanto el tipo de material como el sistema de pulido influyen significativamente en la rugosidad superficial, siendo los nanocomposites y los sistemas basados en partículas de diamante los que ofrecen mejores resultados clínicos en términos de suavidad. (18)

Kiliç *et al.* (2021) realizaron una investigación cuyo objetivo fue determinar cómo diferentes sistemas de pulido y medios de almacenamiento afectan la rugosidad superficial y la estabilidad del color de cuatro composites de relleno masivo y un microhíbrido. Se prepararon 72 muestras por material, que fueron divididas según el método de pulido aplicado y la solución en la que se almacenaron. Se midió la rugosidad (Ra) y el color antes y después de la inmersión. Los resultados mostraron

que las superficies sin pulido presentaban menor rugosidad inicial, pero todos los materiales aumentaron su Ra tras la exposición a soluciones. En cuanto al color, Filtek One Bulk-Fill mostró la menor variación cromática (ΔE*ab) al ser almacenado en saliva artificial, especialmente cuando se pulió con Twist Dia, sistema que superó significativamente en rendimiento al Sof-Lex y al grupo sin pulido. Se identificó una débil correlación entre la rugosidad y el cambio de color. En términos clínicos, los resultados indican que tanto el tipo de composite como el sistema de pulido influyen en la resistencia a la tinción y en la calidad superficial, siendo los composites con partículas de ionómero de vidrio los más propensos a la alteración estética. (19)

Carrillo *et al.* (2022) realizaron un estudio in vitro cuyo objetivo fue evaluar los efectos de la presencia o ausencia de la capa inhibida por oxígeno (OIL, por sus siglas en inglés) y del procedimiento de pulido sobre la microdureza y la rugosidad superficial de tres compuestos de resina de relleno masivo: Tetric N-Ceram Bulk Fill, Opus Bulk Fill APS y Filtek Bulk Fill. Se analizaron un total de 72 muestras, divididas en subgrupos según el control de OIL. Se midieron la rugosidad y la microdureza antes y después del pulido, y los datos se evaluaron mediante pruebas estadísticas apropiadas. Se encontraron diferencias significativas en la rugosidad superficial entre grupos con y sin control de OIL, especialmente para Opus Bulk Fill antes del pulido y para Tetric N-Ceram después del mismo. El pulido redujo significativamente la rugosidad superficial y aumentó la microdureza de todos los compuestos, con la excepción de Opus Bulk Fill en presencia de OIL, donde la microdureza no mostró cambios estadísticamente significativos. En general, la eliminación de la capa inhibida por oxígeno, junto con el pulido, mejoró las propiedades superficiales de los composites analizados, con variaciones dependientes del tipo de resina compuesta. (20)

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Resinas Compuestas

Las resinas compuestas son materiales restauradores de uso directo, compuestos principalmente por una matriz orgánica de resina, partículas inorgánicas de relleno y un sistema de fotopolimerización. Lo que buscan es combinar propiedades mecánicas, estéticas y funcionales que permitan restaurar tejidos dentales de forma conservadora y duradera. La matriz resinosa, usualmente basada en monómeros como bis-GMA, UDMA o TEGDMA, proporciona la fase continua que

se polimeriza mediante luz. Las partículas de relleno (como sílice, vidrio de bario o zirconio) mejoran la resistencia, reducen la contracción por polimerización y aumentan la estética. Gracias a sus propiedades físico-mecánicas y estéticas, las resinas compuestas son ampliamente utilizadas en restauraciones anteriores y posteriores, carillas, reconstrucciones de muñones, y selladores, entre otros usos. Además, su versatilidad permite el desarrollo de variantes como resinas microhíbridas, nanohíbridas, bulk-fill y fluídas, cada una con indicaciones clínicas particulares. (21)

3.2.2. Evolución de los materiales restauradores

La evolución de los materiales restauradores en odontología ha estado marcada por la búsqueda de soluciones que integren resistencia mecánica, biocompatibilidad y estética. Desde los primeros materiales como la amalgama y los cementos convencionales, hasta las modernas resinas compuestas y materiales bioactivos, el progreso ha permitido restauraciones más conservadoras y funcionales. En la actualidad, los avances en nanotecnología y biomateriales han dado paso a sistemas restauradores capaces de liberar iones remineralizantes, inhibir la proliferación bacteriana e incluso favorecer procesos de autorreparación, lo que representa un cambio significativo hacia una odontología mínimamente invasiva, personalizada y preventiva. (22) Los materiales compuestos a base de resina se han consolidado como una de las principales alternativas restauradoras para dientes posteriores, principalmente debido a la creciente demanda de tratamientos estéticos, biocompatibles y libres de mercurio. La evolución de estos materiales ha sido impulsada no solo por el desarrollo tecnológico, sino también por factores regulatorios internacionales, como el Convenio de Minamata de 2013, que establece la eliminación progresiva del uso de amalgama dental con mercurio. A partir de este acuerdo, adoptado por 128 países, la odontología restauradora ha tendido hacia materiales que imitan el color natural del diente y ofrecen un mejor perfil ambiental y biológico. Además, la formación académica en odontología ha reforzado este cambio al priorizar el uso de técnicas adhesivas y de compuestos a base de resina en su enseñanza clínica, lo que anticipa una dependencia creciente de estos compuestos en la restauración de sectores posteriores. (23)

3.2.3. Las resinas monobloque

3.2.3.1. Las resinas Bulk Fill y su clasificación

Las resinas bulk-fill pueden clasificarse según su viscosidad en dos tipos principales: alta y baja viscosidad. Las de alta viscosidad presentan mejores propiedades

mecánicas, lo que las hace adecuadas para soportar fuerzas masticatorias en zonas posteriores, aunque su limitada fluidez puede dificultar la adaptación marginal. En contraste, las resinas bulk-fill de baja viscosidad ofrecen una excelente fluidez y adaptación a las paredes cavitarias, pero presentan menor resistencia mecánica, por lo que se recomienda recubrirlas con una capa superficial de resina convencional o nanohíbrida para optimizar su rendimiento clínico y sus características estéticas.

Adicionalmente, en función de su mecanismo de polimerización, las resinas bulk-fill se dividen en fotopolimerizables, que son activadas exclusivamente por luz y de curado dual, que combinan la polimerización fotoactivada con una reacción química de autopolimerización. Este enfoque dual mejora la conversión de monómeros y potencia las propiedades mecánicas del material, especialmente en zonas profundas o de difícil acceso lumínico. (24)

3.2.3.2. Propiedades fisicoquímicas relevantes

Las propiedades fisicoquímicas de las resinas compuestas de relleno en bloque hacen referencia a las características inherentes que determinan su comportamiento tanto a nivel físico como químico en el entorno bucal. Estas propiedades incluyen aspectos como la contracción de polimerización, el grado de conversión, la dureza, el módulo elástico, la resistencia al desgaste, así como la absorción de agua y la solubilidad. En el caso específico de las resinas bulk-fill, su formulación ha sido optimizada para permitir una polimerización eficaz en incrementos más grandes, sin comprometer su estabilidad estructural ni su desempeño clínico. Estas modificaciones fisicoquímicas permiten una adecuada resistencia mecánica, menor tensión interna durante el fraguado y una buena adaptación marginal, lo que mejora la eficiencia del procedimiento restaurador y la longevidad del tratamiento.

3.2.3.3. Resistencia a la flexión y a la fractura

La resistencia a la flexión y la resistencia a la fractura son propiedades fisicoquímicas clave que determinan la capacidad de una resina compuesta para soportar las fuerzas masticatorias sin deformarse o fracturarse. En el caso de las resinas bulk-fill, estos materiales han sido formulados para mantener una resistencia mecánica adecuada, incluso cuando se aplican en incrementos de mayor espesor. Diversos estudios han demostrado que las resinas bulk-fill cumplen con los estándares mínimos establecidos por la norma ISO 4049 (≥ 80 MPa para resistencia a la flexión), presentando valores comparables o ligeramente inferiores a los de las resinas convencionales, aunque clínicamente aceptables. En cuanto a la resistencia a la

fractura, se ha observado que estas resinas poseen una capacidad favorable para absorber y distribuir las cargas oclusales, gracias a la presencia de modificadores de la matriz orgánica y partículas de relleno de alta dispersión, lo que contribuye a su durabilidad clínica, especialmente en restauraciones posteriores. (25)

3.2.3.4. Microdureza

La microdureza es una propiedad fisicoquímica que evalúa la resistencia superficial de una resina compuesta al indentado, reflejando su densidad de polimerización y dureza inmediata tras el curado. En las resinas bulk-fill, este parámetro es esencial para asegurar su desempeño clínico, especialmente cuando se aplican en capas gruesas. Estudios recientes han demostrado que estas resinas alcanzan una microdureza adecuada tanto en la superficie como en los niveles profundos del material (hasta 4 mm), lo que indica una polimerización eficaz y consistente en toda la muestra. Además, se observa que el acabado y el control de la capa inhibida de oxígeno mejoran la microdureza superficial, contribuyendo a una mejor resistencia al desgaste y a una mayor durabilidad de la restauración. (27) La tasa de conversión y la dureza Vickers de las resinas compuestas bulk-fill están determinadas en gran medida por la composición del propio material. En particular, la proporción de relleno inorgánico tiene un impacto directo sobre la dureza superficial, donde se ha observado que las resinas compuestas convencionales aplicadas en capas estratificadas presentan valores de dureza Vickers superiores en comparación con las resinas bulk-fill. Además, si bien la tasa de conversión tiende a disminuir significativamente a medida que aumenta el espesor del incremento de resina bulk-fill, este aumento no parece afectar de forma sustancial la microdureza ni la resistencia adhesiva a la dentina, lo que sugiere una adecuada estabilidad mecánica y comportamiento clínico dentro de los márgenes aceptables. (24)

3.2.3.5. Tensión de polimerización

La tensión de polimerización, también conocida como estrés de contracción, es una propiedad fisicoquímica crítica que se produce cuando las resinas compuestas se contraen durante el proceso de fotopolimerización, generando fuerzas internas en la interfase adhesiva con el diente. En las resinas bulk-fill, que se colocan en capas de mayor grosor (hasta 4mm), el desarrollo de este estrés puede comprometer la integridad marginal y la adhesión. No obstante, gracias a innovaciones en su composición como monómeros de mayor peso molecular (UDMA), moduladores de tensión y mayor translucidez, estas resinas logran reducir tanto su contracción volumétrica como la tensión resultante al compararlas con resinas convencionales.

Además, estudios in vitro indican que el nivel de estrés generado (aproximadamente 0,6 MPa) es similar o inferior al de las resinas tradicionales, lo que contribuye a minimizar posibles problemas clínicos como microfiltración, sensibilidad dentinaria o deformación cuspal.

3.2.3.6. Contracción de polimerización

La contracción de polimerización es un fenómeno inherente a las resinas compuestas que ocurre cuando los monómeros se transforman en polímeros durante el proceso de curado, generando una reducción volumétrica del material. Esta contracción puede provocar tensiones internas que afecten la integridad marginal, favorezcan la microfiltración y comprometan la adhesión al tejido dentario. En el caso de las resinas bulk-fill, se han introducido modificaciones estructurales, como la incorporación de monómeros de bajo encogimiento y cargas especiales, que permiten reducir significativamente esta contracción volumétrica, incluso cuando se aplican en capas de mayor espesor (hasta 4 mm). Gracias a estas innovaciones, las resinas bulk-fill presentan una contracción de polimerización clínicamente aceptable, lo que favorece una mejor estabilidad dimensional y comportamiento clínico respecto a las resinas convencionales. (28) Un desafío relevante en el uso clínico de las resinas bulk-fill es la contracción de polimerización, así como la tensión inducida por este proceso. Esta contracción, que ocurre durante la fotopolimerización al transformarse los monómeros en una red polimérica más compacta, puede comprometer la adhesión marginal de la restauración, favoreciendo la aparición de microfiltración y, en consecuencia, caries secundarias. La magnitud de este fenómeno depende tanto de las propiedades del material como de la técnica de inserción utilizada. Se ha observado que el uso de incrementos más gruesos, como en el caso de las resinas bulk-fill, puede contribuir a una distribución más uniforme de la tensión y a una reducción de la deformación cuspal. Además, factores como un mayor contenido de carga inorgánica y una mejor translucidez del material aumentan la eficiencia de la polimerización, lo que incide favorablemente en la contracción y el estrés asociado. Asimismo, el uso de tiempos de fotopolimerización más prolongados puede mejorar la estabilidad dimensional del material al reducir la contracción y su efecto negativo sobre las estructuras dentarias. (24)

3.2.3.7. Profundidad de curado

La profundidad de polimerización es una propiedad esencial de las resinas compuestas, ya que determina la capacidad del material para polimerizar adecuadamente a lo largo de su volumen en una restauración clínica. Una

polimerización insuficiente en las capas más profundas puede provocar la permanencia de monómeros no convertidos, lo que se asocia con sensibilidad postoperatoria, microfiltración marginal y riesgo de caries secundarias. Mientras que las resinas convencionales requieren un enfoque de estratificación y fotocurado por capas, las resinas bulk-fill han sido formuladas para permitir incrementos más gruesos (hasta 4 mm) sin comprometer la calidad del curado. Esta mejora se debe a modificaciones en el sistema de fotoiniciadores, como el uso de alternativas a la canforquinona y al aumento de la translucidez del material, lo que facilita una mayor penetración de la luz. No obstante, para garantizar una polimerización adecuada, es fundamental seguir las recomendaciones del fabricante respecto al espesor máximo del incremento y al tiempo de exposición lumínica. La profundidad de curado y el grado de conversión de las resinas bulk-fill están influenciados por tres factores clave e interrelacionados en el proceso de fotopolimerización: la exposición a la irradiación (energía total recibida), la irradiancia (intensidad de luz) y el tiempo de exposición. Si bien una mayor exposición lumínica tiende a favorecer una mayor conversión y profundidad de curado, el efecto de estos parámetros varía según el tipo de material. En condiciones de alta irradiancia, el desempeño de la resina depende principalmente de sus propias propiedades fisicoquímicas. Sin embargo, el uso de tiempos de exposición muy cortos, incluso con alta intensidad, puede resultar en una polimerización incompleta en profundidad. Por el contrario, un protocolo basado en irradiancia moderada y tiempos de exposición prolongados puede favorecer una conversión más uniforme y una mayor profundidad de curado, lo cual es especialmente relevante en restauraciones voluminosas con resinas bulk-fill. (24)

3.2.3.8. Estabilidad del color

La estabilidad de color es una propiedad clave en las resinas compuestas, ya que determina su capacidad para mantener la estética a lo largo del tiempo frente a factores extrínsecos como pigmentos alimentarios, bebidas, cambios de pH y radiación ultravioleta. En el caso de las resinas bulk-fill, si bien están diseñadas principalmente para restauraciones posteriores, su desempeño cromático sigue siendo relevante, especialmente en zonas visibles. La composición del material, como la naturaleza del monómero, el tipo y cantidad de fotoiniciadores y la superficie expuesta, influye directamente en su comportamiento ante la tinción. Estudios recientes han demostrado que las resinas bulk-fill tienden a presentar una estabilidad de color clínicamente aceptable, aunque en algunos casos pueden exhibir una ligera mayor susceptibilidad a la pigmentación respecto a las resinas convencionales,

especialmente tras la exposición a agentes como café o vino tinto. Aun así, los valores de cambio de color (ΔE) suelen mantenerse dentro del umbral perceptible aceptado en odontología estética. (29) Las resinas bulk-fill presentan ciertas limitaciones estéticas en comparación con las resinas compuestas convencionales, debido a su bajo contenido de relleno, lo que se traduce en menor capacidad de pulido, mayor rugosidad superficial y una gama cromática limitada. Su mayor translucidez, diseñada para facilitar la penetración de la luz durante la fotopolimerización, las hace apropiadas para restauraciones posteriores o con baja exigencia estética. (24)

3.2.3.9. Factores que afectan su desempeño

Las propiedades fisicoquímicas de las resinas bulk-fill juegan un papel crucial en su comportamiento clínico. Factores como el tipo de monómero, la cantidad y naturaleza de los rellenos, así como la translucidez del material, influyen directamente en su dureza, tasa de conversión, absorción de agua, solubilidad y contracción de polimerización. Una mayor carga de relleno y translucidez favorecen una mayor profundidad de curado y eficiencia de polimerización. No obstante, las resinas de baja viscosidad tienden a tener mejores tasas de conversión, pero menores propiedades mecánicas. Además, la estabilidad del color en estos materiales puede verse comprometida por su composición química, el tipo y tamaño de los rellenos, la hidrofilicidad de la matriz, y la liberación de residuos no polimerizados, lo que puede causar discrepancias cromáticas tras la fotopolimerización. Estos aspectos deben considerarse al seleccionar el material restaurador más adecuado. El proceso de fotopolimerización también influye significativamente en propiedades clave de las resinas bulk-fill, como la tasa de conversión, microdureza, contracción de polimerización y profundidad de curado. Para lograr una polimerización adecuada, se recomienda utilizar dispositivos de curado con irradiancia uniforme, longitud de onda apropiada y tiempos de exposición no inferiores a 30 segundos. La combinación de irradiancia media con tiempo prolongado favorece una mayor eficiencia de curado, mejores propiedades mecánicas y menor tensión de contracción. Modos de fotocurado como el de potencia estándar, con exposición uniforme, permiten optimizar el rendimiento clínico de estos materiales. Los métodos de aplicación de resinas bulk-fill incluyen el relleno en bloque, en capas y mixto también influyen en su desempeño. A diferencia del método tradicional de estratificación en capas de 2 mm, el relleno en bloque permite colocar hasta 4 mm o más de material en una sola aplicación. Aunque este enfoque presenta ventajas clínicas como menor sensibilidad técnica y mayor eficiencia, estudios han reportado una menor tasa de conversión y

mayor liberación de monómeros en espesores superiores, lo cual puede comprometer el rendimiento biológico del material. Si bien no se observan diferencias significativas en microfiltración o integridad marginal entre los métodos, las restauraciones bulk-fill muestran menor deflexión cuspídea y buena adaptación, especialmente si se complementan con resinas convencionales en la capa superficial para mejorar propiedades estéticas y sellado marginal. Las condiciones de almacenamiento y el entorno oral influyen significativamente en las propiedades físicas, mecánicas y ópticas de las resinas bulk-fill. La exposición a ambientes húmedos, líquidos simuladores de alimentos o bebidas ácidas puede reducir el módulo elástico, la dureza y la resistencia mecánica del material, además de aumentar la rugosidad superficial. Estudios han demostrado que la humedad y el aumento de temperatura favorecen la deformación por fluencia y afectan la viscoelasticidad. Asimismo, la exposición a sustancias como vino tinto o café puede alterar la estabilidad del color, aunque ciertos estudios indican que el color se mantiene estable en agua destilada y saliva artificial. Por tanto, es fundamental evitar la contaminación por humedad y controlar el entorno de exposición para preservar el rendimiento clínico y estético de estas resinas. El tratamiento térmico, especialmente el precalentamiento, puede mejorar significativamente el rendimiento clínico de las resinas de obturación en bloque. Estudios han demostrado que esta técnica incrementa la resistencia a la flexión y microdureza, particularmente en las zonas profundas del material, lo que optimiza su comportamiento mecánico en restauraciones clínicas. Estas mejoras se atribuyen a una mayor movilidad de los monómeros y a una conversión más eficiente durante la fotopolimerización. (24)

3.2.3.10. Principales productos comerciales

En el mercado odontológico, las resinas bulk-fill se encuentran disponibles en diversas formulaciones comerciales que combinan alta carga de relleno y eficiencia en curado a incrementos gruesos (4–5 mm). Algunas destacadas según su viscosidad y carga inorgánica incluyen: Filtek One Bulk Fill (3M), Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent), Venus Bulk Fill (Kulzer), x-tra base (Voco), y Beautifil Bulk Flow (Shofu), con cargas inorgánicas que oscilan entre el 60 % y el 87 % en peso. Entre estas, Filtek One y Tetric EvoCeram destacan por su alta carga (~76-81 % en peso), profundidad de curado y propiedades mecánicas robustas, lo que las posiciona como opciones fiables y ampliamente utilizadas en restauraciones posteriores. (30)

3.2.3.11. Principales ventajas de las resinas Bulk Fill frente a las resinas convencionales

Las resinas bulk-fill presentan importantes ventajas frente a las resinas compuestas convencionales, especialmente en restauraciones posteriores. El diseño de estas resinas permite su colocación en incrementos gruesos de hasta 4–6 mm, lo que simplifica el procedimiento clínico, reduce significativamente el tiempo de intervención y disminuye la sensibilidad técnica sin comprometer la profundidad de curado ni la adaptación marginal. Además, ofrecen un rendimiento clínico comparable en términos de integridad marginal, caries secundarias y tasas de fallo de restauración, según revisiones sistemáticas recientes .(31) El uso de resinas de obturación en masa permite una preparación dental más conservadora, ya que suele limitarse exclusivamente al tejido afectado por la caries, preservando así una mayor cantidad de estructura dental sana. Este enfoque también disminuye la sensibilidad técnica del procedimiento y elimina el riesgo de reacciones alérgicas relacionadas con metales, como ocurre con restauraciones de amalgama. En contraste a las resinas compuestas tradicionales, que requieren una técnica de estratificación en capas de 2 mm con mayor riesgo de formación de burbujas y mayor tiempo clínico, las resinas bulk-fill permiten la colocación en un solo incremento de mayor espesor, lo que reduce la contracción de polimerización, la tensión interna, y la deformación cuspídea, al tiempo que mejora la eficiencia del procedimiento y la comodidad del paciente. Para asegurar una polimerización completa de la superficie y eliminar la capa inhibida por oxígeno, es necesaria la aplicación de glicerina antes del fotocurado final. Además, al disminuir el número de capas, se ha observado una reducción significativa de la microfiltración respecto a las restauraciones convencionales. Estas características posicionan a las resinas bulk-fill como una alternativa válida, eficiente y predecible para restauraciones directas posteriores, reduciendo la complejidad del tratamiento y manteniendo resultados clínicos exitosos. (24)

3.2.4. Importancia del pulido en odontología restauradora

El procedimiento clínico de acabado y pulido constituye una etapa crítica en la instalación de restauraciones directas, así como tras la realización de ajustes oclusales en restauraciones indirectas. Estos procesos no solo optimizan la estética final, sino que también aportan beneficios biomecánicos y biológicos significativos. Entre ellos se destacan la disminución de la probabilidad de fractura estructural del material restaurador, la reducción de irregularidades superficiales que favorecen la

adhesión bacteriana y la formación de biopelículas, así como la prevención de la degradación química y mecánica de la superficie restaurada. Asimismo, una superficie adecuadamente pulida minimiza el desgaste del antagonista y de las estructuras dentarias adyacentes, además de mejorar la reflexión de la luz, incrementando así la integración estética de la restauración. Desde una perspectiva funcional, la disminución de la rugosidad superficial y el incremento del brillo son fundamentales no solo para alcanzar un resultado estético superior, sino también para mitigar la iniciación y propagación de microfisuras, lo que redunda en una mayor longevidad clínica de la restauración.El acabado se refiere al contorneado morfológico de la restauración con el objetivo de replicar fielmente la anatomía dental funcional, incluyendo la definición de líneas de desarrollo, crestas marginales y cúspides, así como la realización de ajustes oclusales precisos. En cambio, el pulido implica la utilización secuencial de sistemas abrasivos de grano decreciente como discos, copas, puntas o pastas abrasivas, diseñados específicamente para eliminar las irregularidades superficiales inducidas durante el acabado, generando así una textura superficial homogénea y con bajo índice de rugosidad (Ra).

3.2.4.1. Clasificación de los sistemas de pulido

En los protocolos de pulido dental se emplean diversos compuestos abrasivos, entre los que destacan el óxido de aluminio, el dióxido de silicio y partículas de diamante. Las herramientas comúnmente utilizadas incluyen copas y puntas de goma, discos abrasivos y piedras dentales, seleccionadas según la etapa del procedimiento y la morfología de la restauración. Por su parte, las fresas de diamante y de carburo se emplean principalmente durante el acabado inicial para la reducción gruesa del material restaurador; sin embargo, estas generan una superficie rugosa que requiere subsecuentes etapas de pulido para alcanzar un acabado liso y estético. Es por ello que resulta importante clasificar los sistemas de pulido mediante distintos criterios que nos pueden ayudar en la rápida y precisa elección. (32) Una clasificación ampliamente aceptada los divide según el número de pasos necesarios para lograr una superficie lisa y brillante. Los sistemas de un solo paso (one-step) permiten realizar el procedimiento de manera rápida con instrumentos impregnados con abrasivos, como es el caso de OptraPol® o PoGo®. Los sistemas de dos pasos combinan instrumentos para pre-pulido y pulido final, proporcionando un equilibrio entre eficacia y simplicidad clínica. Finalmente, los sistemas de múltiples pasos, como Sof-Lex™ de 3M ESPE o SuperSnap®, incluyen fases de desbaste, alisado y brillo, ofreciendo resultados óptimos en términos de suavidad y apariencia estética.

Además, los sistemas de pulido pueden clasificarse por el tipo de abrasivo utilizado: diamante, óxido de aluminio, carburo de silicio o piedra pómez, los cuales varían en dureza y eficiencia abrasiva. En cuanto a su forma, existen discos flexibles, puntas y copas de silicona, cepillos impregnados y fresas abrasivas, seleccionados según el contorno anatómico de la restauración. Finalmente, en términos tecnológicos, algunos sistemas incorporan el abrasivo directamente en la matriz del instrumento, mientras que otros requieren la aplicación externa de pastas específicas. Diversos estudios han demostrado que los sistemas de múltiples pasos logran menores valores de rugosidad superficial y mejor retención del brillo en el tiempo, siendo recomendados especialmente para restauraciones en sectores estéticos. (33)

3.2.4.2. Técnicas de pulido dental

Las técnicas de pulido dental han evolucionado con el objetivo de optimizar la textura superficial, reducir la rugosidad y mejorar las propiedades estéticas y biológicas de los materiales restauradores. Estas técnicas pueden clasificarse en pulido seco y pulido húmedo, dependiendo del uso o no de refrigeración con agua. El pulido húmedo es generalmente preferido para minimizar la generación de calor que podría afectar la integridad del material restaurado o la pulpa dental. Asimismo, las técnicas pueden ser manuales o rotatorias, siendo estas últimas las más utilizadas en la práctica clínica, gracias a su eficiencia y capacidad de adaptación anatómica mediante instrumentos como discos, copas, cepillos y puntas de silicona. Además, el éxito del pulido está influenciado por factores como la secuencia abrasiva utilizada (de mayor a menor dureza), el tiempo de contacto, la presión ejercida y la velocidad de rotación del instrumento. En muchos casos, se emplea una técnica secuencial de múltiples pasos que incluye fases de desbaste, alisado y brillo final, lo cual permite obtener superficies lisas que reducen la acumulación de placa y favorecen la longevidad de la restauración. Diversos estudios recientes concluyen que la elección adecuada de la técnica y su correcta ejecución son determinantes para lograr restauraciones con excelentes propiedades funcionales y estéticas. (34)

3.2.4.3. Factores que influyen en la calidad del pulido

La calidad del pulido dental está determinada por múltiples factores que interactúan entre sí y afectan directamente la textura, el brillo y la biocompatibilidad de la restauración. Entre los factores intrínsecos al sistema de pulido destacan la dureza, forma y tamaño de las partículas abrasivas, así como el material y flexibilidad del instrumento utilizado. La eficiencia también depende del tipo de composite, ya que

las propiedades físicas y mecánicas del material restaurador, como su matriz orgánica y el tipo de relleno inorgánico, determinan su respuesta al procedimiento de alisado.

Además, factores extrínsecos como la técnica del operador (tipo de movimientos, presión aplicada, duración del procedimiento), la velocidad rotatoria del instrumento, el uso o no de refrigeración con agua, y el momento en que se realiza el acabado y pulido (inmediato o diferido) también son determinantes. La literatura actual enfatiza que no existe un único parámetro que garantice el éxito del pulido, sino que es el resultado de la sinergia entre el sistema abrasivo, el protocolo clínico y la técnica operatoria. Por ello, la elección del sistema más adecuado debe basarse en el tipo de restauración y en una correcta ejecución clínica. (35) En síntesis, la eficacia del pulido en restauraciones dentales depende de múltiples factores, incluyendo el material base del sistema, la dureza y fijación de las partículas abrasivas, así como la forma y flexibilidad del instrumento. Además, variables operativas como la técnica del clínico, la velocidad de rotación, el uso de refrigeración, el tiempo dedicado y el momento de aplicación influyen significativamente en los resultados. Dado que ningún factor individual puede predecir con certeza el comportamiento abrasivo sobre los materiales restaurativos, se recomienda emplear diversos sistemas y protocolos de pulido adaptados al tipo de composite. La gran variedad de productos disponibles en el mercado requiere una evaluación comparativa para determinar cuál ofrece el mejor acabado superficial según el material utilizado. (36)

3.2.4.4. Efectos del pulido sobre las propiedades de la restauración

El pulido adecuado de las restauraciones dentales influye significativamente en sus propiedades físicas, mecánicas, estéticas y biológicas. Uno de los principales efectos positivos es la reducción de la rugosidad superficial, lo que disminuye la acumulación de placa bacteriana y pigmentos extrínsecos, favoreciendo la salud periodontal y la longevidad clínica de la restauración. Además, un pulido eficiente mejora el brillo superficial y la estética, asemejando el aspecto del material restaurador al del esmalte dental natural. En términos mecánicos, una superficie lisa reduce el riesgo de fractura por fatiga o propagación de microfisuras, y protege la restauración frente al desgaste prematuro. Por otro lado, un pulido deficiente o inadecuado puede comprometer la integridad de la restauración, generando microgrietas, bordes irregulares o superficies ásperas que favorecen el fallo clínico. Estudios recientes han demostrado que la elección correcta del sistema de pulido y la implementación de una técnica apropiada son esenciales para preservar o mejorar las propiedades estructurales del

material restaurador, contribuyendo directamente a su durabilidad y comportamiento funcional a largo plazo. (37)

3.2.5. Influencia de la microrugosidad superficial en el brillo y la estética de restauraciones

El brillo superficial es una propiedad óptica de gran relevancia en restauraciones estéticas, ya que influye directamente en la integración visual de los materiales compuestos con los dientes naturales. Este se define como la capacidad de una superficie para reflejar luz de manera especular y se cuantifica en unidades de brillo (GU, Gloss Units). Entre los factores que afectan el brillo se encuentran el índice de refracción de la matriz de resina y del relleno, el tamaño y la distribución de las partículas de carga, así como la homogeneidad de la interfase matriz-relleno. Se ha establecido que existe una correlación directa entre el grado de suavidad superficial y el nivel de brillo obtenido: superficies más lisas presentan mayores valores de brillo, lo cual resulta en restauraciones más estéticas y armónicas con las estructuras dentales adyacentes. En este contexto, se ha observado que a medida que la rugosidad superficial aumenta, la reflexión difusa de la luz también incrementa, lo que disminuye el brillo percibido. Por lo tanto, una reducción en la rugosidad favorece el aumento del brillo superficial, mejorando no solo la estética, sino también el comportamiento biológico de las restauraciones al disminuir la acumulación de placa, el riesgo de inflamación gingival, de caries recurrentes y de pigmentación extrínseca. De acuerdo con estudios clínicos y revisiones sistemáticas, un valor de rugosidad superficial (Ra) inferior a 0,2 µm se considera clínicamente aceptable, ya que valores superiores se asocian con un incremento en la retención de placa bacteriana. Asimismo, se ha reportado que un valor de brillo clínicamente aceptable oscila entre 40 y 50 GU. Por último, diversos estudios han demostrado que la interacción entre las características de la resina compuesta y las propiedades físicas del disco de pulido utilizado influyen significativamente en la topografía final, así como en los valores de brillo y rugosidad superficial de las restauraciones. En ese sentido, la elección adecuada de los sistemas de pulido y del tipo de composite es fundamental para garantizar el éxito estético y funcional a largo plazo de las restauraciones directas en odontología restauradora. (9)

3.2.6. Papel de la microrugosidad superficial en la retención de placa bacteriana y biofilm

La microrugosidad superficial de los materiales restaurativos actúa como

característica determinante en la adhesión y acumulación de placa bacteriana. Un reciente estudio in vitro examinó discos de resina compuesta sometidos a distintos niveles de rugosidad (lija de grano 180, 400 y 1500, además de una superficie lisa control). Los resultados mostraron que las superficies más rugosas (grano 180 y 400) presentaron una adhesión significativamente mayor de Streptococcus mutans y Streptococcus sobrinus en comparación con las superficies pulidas, mientras que la cantidad total de bacterias también fue superior en los discos más ásperos. Este hallazgo confirma que la rugosidad superficial favorece la formación del biofilm, actuando como nichos de anclaje para los microorganismos, lo cual subraya la importancia clínica de alisar las restauraciones dentales para reducir la colonización bacteriana y su impacto en la salud bucodental. (38) La microrugosidad superficial actúa como un factor clave en la adhesión y retención de Streptococcus mutans y otros microorganismos, influyendo notablemente en el desarrollo del biofilm dental. La gran mayoría de estudios in vitro recientes han demostrado que los discos de composite con un perfil rugoso presentan un crecimiento de biofilm hasta 15 veces mayor que aquellos con acabados finamente pulidos. Bajo condiciones de tipo oral (cámara de flujo continuo con fuerza de cizallamiento de 0,4 Pa), la formación de biofilm fue significativamente menor en superficies suaves, mientras el biofilm se depositaba principalmente en microgrooves protegidos del flujo. Estos hallazgos confirman que una microrugosidad reducida, alcanza incluso valores submicrométricos, es esencial para prevenir puntos de anclaje bacterianos y limitar la colonización inicial, lo que refuerza la importancia clínica de procesos de pulido eficaces para mejorar la salud bucal y prolongar la vida útil de las restauraciones dentales. (39)

3.2.7. Relevancia de la microrugosidad superficial en la longevidad de restauraciones

La microrugosidad superficial es un determinante crítico en la durabilidad clínica de las restauraciones dentales, ya que superficies más ásperas facilitan la acumulación de biofilm, la retención de agentes cariogénicos y el microdesgaste, lo que acelera el deterioro de las restauraciones. Un estudio in vitro reciente evaluó diversos composites, tanto fluidos como convencionales, tras someterlos a envejecimiento simulado (inmersión en soluciones de bebidas, cepillado mecánico y 10 000 ciclos térmicos) observó que varios materiales, especialmente los nanofill y nanohíbridos, excedieron el umbral crítico de rugosidad superficial de 0,2 µm, reconocido por favorecer la retención bacteriana. Este aumento de microrugosidad tras envejecimiento no solo compromete la estética y la suavidad inicial, sino que también

puede disminuir la vida útil funcional de la restauración, al facilitar la adhesión sostenida de placa y aumentar el riesgo de fallas clínicas como manchas, caries secundarias y falla estructural. (40) La microrugosidad superficial de las restauraciones dentales es un factor determinante en su durabilidad clínica, ya que afecta aspectos clave como el desgaste, la retención de color y el mantenimiento del brillo, aspectos que inciden directamente en la satisfacción y salud del paciente. Un estudio sistemático reciente investigó si el valor Ra final de las restauraciones directas en dientes anteriores depende de la interacción entre el tipo de composite y el sistema de pulido empleado. Aunque la evidencia no fue concluyente en cuanto a cuál combinación es óptima, los autores resaltan que una mayor rugosidad se asocia con resultados clínicos desfavorables a largo plazo (pigmentación, microdesgaste y pérdida de estética) que son características típicas de la disminución en la longevidad de la restauración y advierten sobre la importancia de aplicar polishing rigurosos como parte esencial del protocolo restaurativo. (41)

3.2.8. Métodos de evaluación y medición de la microrugosidad superficial

La evaluación de la microrugosidad superficial en materiales dentales y restaurativos se fundamenta en parámetros metrológicos que describen tanto la textura lineal como tridimensional de la superficie, permitiendo caracterizar con precisión las irregularidades que afectan directamente el comportamiento clínico del material. Los parámetros de perfil más utilizados incluyen el Ra (rugosidad media aritmética), que representa el valor promedio de las desviaciones de la superficie con respecto a una línea central, el Rq (desviación cuadrática media), que es más sensible a picos y valles extremos, y el Rz, que mide la distancia vertical entre el pico más alto y el valle más profundo dentro de una longitud de evaluación determinada. Estos parámetros son fundamentales no solo para comparar acabados superficiales entre distintos materiales o técnicas de pulido, sino también para predecir propiedades funcionales como la retención de placa bacteriana, el desgaste, la fricción o el brillo clínico. (42) La caracterización de la microrugosidad superficial en resinas compuestas se realiza mediante una combinación de técnicas que permiten evaluar tanto perfiles lineales como topografías 3D. Las herramientas más utilizadas incluyen perfilometría mecánica (estilógrafo de contact profilometry), que rastrea la superficie con una punta fina para obtener valores como Ra y Rz; perfilometría óptica o no contact profilometry, que ofrece datos sin contacto físico; y microscopía de fuerza atómica (AFM), capaz de inspeccionar áreas muy pequeñas (< 1 μm^2) con resolución subnanométrica, generando parámetros como Sa y Sq. (40) Además, la topografía SEM (Scanning

Electron Microscopy) y la microscopía confocal láser brindan una visión cualitativa de los defectos y permiten correlacionar los valores cuantitativos con la morfología superficial . El uso de métodos complementarios es clave para obtener un panorama completo: mientras el perfilómetro mide promedios sobre distancias lineales (típicamente 0,8 mm), el AFM y la microscopía ofrecen detalles finos de la microtopografía, imprescindibles para comprender cómo la rugosidad influye en la interacción con la biopelícula y, por ende, en la longevidad clínica de las restauraciones. (43)

3.3. Definición de términos

3.3.1. Resina Bulk Fill

Las resinas bulk-fill también llamadas de relleno masivo o monobloque representan una innovación dentro de los materiales restauradores basados en resina compuesta, diseñadas específicamente para facilitar restauraciones posteriores de gran volumen. A diferencia de las resinas convencionales, que requieren aplicación en capas incrementales de 2 mm, las bulk-fill permiten inserciones de hasta 4 o incluso 5 mm en una sola capa, sin comprometer la profundidad de curado ni aumentar significativamente el estrés de contracción. Esta eficiencia clínica se logra gracias a modificaciones en la matriz orgánica, la inclusión de monómeros de bajo encogimiento, sistemas fotoactivadores optimizados y una mayor translucidez del material. Estudios recientes demuestran que las resinas bulk-fill presentan propiedades mecánicas comparables o superiores a las convencionales, con mejor adaptación marginal y una reducción del tiempo operatorio, lo que las convierte en una opción preferente en odontología restauradora moderna. (44)

3.3.2. Partícula de relleno

Las partículas de relleno son componentes inorgánicos incorporados a la matriz de resinas compuestas con el propósito de mejorar sus propiedades físicas, mecánicas y ópticas. Estas partículas están compuestas generalmente por sílice coloidal, vidrio de bario, zirconia, o combinaciones de estos, y pueden variar en forma, tamaño y distribución. Según su tamaño, los rellenos se clasifican en macrorellenos (≥1 μm), microrrellenos (<1 μm), y nanorrellenos (20–100 nm). Esta clasificación tiene un efecto directo sobre la textura superficial final, ya que partículas más pequeñas permiten una superficie más lisa y homogénea tras el proceso de acabado y pulido. En este contexto, los composites nanohíbridos y bulk fill han sido diseñados para combinar partículas de diferente tamaño, buscando maximizar la carga de relleno

(hasta un 70–80 % en peso) y mejorar la integridad superficial. La distribución y morfología de las partículas determinan en gran medida la microrugosidad superficial, especialmente tras el desgaste funcional o los procedimientos de pulido. Composites con partículas más grandes o de forma irregular tienden a desprenderse con mayor facilidad durante el uso clínico o el cepillado, generando picos y valles microscópicos que aumentan la rugosidad, disminuye el brillo y favorecen la acumulación de biofilm. La selección adecuada del sistema de acabado y pulido debe considerar el tipo de resina y su configuración de relleno, ya que sistemas abrasivos incompatibles pueden dañar la matriz sin alisar eficientemente los rellenos. Por lo tanto, la interacción entre el tipo de partícula de relleno y el sistema de pulido es fundamental para optimizar la suavidad superficial, prolongar la vida útil de la restauración y reducir el riesgo de complicaciones como manchas, pérdida de brillo o caries secundarias. (40)

3.3.3. Microrugosidad superficial

La microrugosidad superficial se define como el conjunto de pequeñas irregularidades geométricas en una superficie observables a escala micrométrica, que influye directamente en propiedades funcionales de los materiales restaurativos. Esta textura superficial está determinada tanto por la morfología del material como por los procesos de acabado y pulido aplicados, y se caracteriza cuantitativamente mediante parámetros como Ra, Rq y Rz, que describen la amplitud de las irregularidades respecto a una línea media. Una superficie lisa disminuye la energía superficial disponible para la adhesión bacteriana, mejora el brillo clínico y reduce el desgaste mecánico. En el contexto de restauraciones de resina Bulk Fill, la microrugosidad actúa como un predictor indirecto de desempeño clínico: valores bajos (Ra <0,2 µm) se asocian con menor acumulación de biofilm, mayor estética y vida útil prolongada, mientras que superficies más rugosas tienden a presentar falla prematura, manchas y mayor riesgo de recidiva cariosa. Por ello, un control efectivo de la microrugosidad, mediante sistemas de pulido apropiados, resulta esencial para asegurar la funcionalidad, estética y longevidad de las restauraciones dentales. (40)

3.3.4. Sistema de pulido

Un sistema de pulido dental es un conjunto de instrumentos, materiales y protocolos clínicos diseñados para optimizar la superficie final de restauraciones dentales, con el objetivo de alcanzar una textura lisa, estética adecuada y funcionalidad restaurativa. Estos sistemas pueden incluir discos abrasivos, puntas de goma, cepillos impregnados con partículas, pastas pulidoras o combinaciones de ellos, organizados en protocolos de uno, dos o varios pasos. La elección del sistema se

basa en factores como el tipo de material restaurador, el área de aplicación (oclusal, vestibular, proximal) y las propiedades deseadas, como brillo, adaptación marginal o preservación de la anatomía. Un estudio reciente publicado recientemente evidenció que la estructura y secuencia del sistema de pulido (por ejemplo, abrasivo, flexibilidad, tamaño de grano y número de etapas) influyen significativamente en la calidad del acabado superficial alcanzado, lo que respalda la necesidad de seleccionar el sistema apropiado según las características clínicas del caso. (9)

3.3.5. Perfilometría

La perfilometría es una técnica metrológica destinada a medir la topografía de superficie y cuantificar su microrugosidad mediante el análisis de un perfil lineal o áreas tridimensionales. Entre sus modalidades más empleadas en odontología restauradora se incluyen la perfilometría de contacto que utiliza una stylus (punta de diamante o cerámica) que recorre la superficie bajo una fuerza controlada, generando un perfil físico de la misma, esta técnica es ampliamente aceptada por cumplir con estándares internacionales y proporcionar resolución vertical subnanométrica, siendo particularmente útil para calcular parámetros como Ra, Rq o Rz. Por otro lado, la perfilometría sin contacto emplea métodos ópticos, tales como interferometría de luz blanca, microscopía confocal o técnicas de enfoque por variación, que permiten medir la topografía sin rozamiento, evitando posibles daños en superficies delicadas o mediciones distorsionadas por deformación. Estas modalidades pueden complementarse con análisis microscópicos (como AFM o SEM) para correlacionar los valores cuantitativos obtenidos con la morfología superficial observada, lo que es esencial para relacionar los resultados de microrugosidad con propiedades funcionales clínicas, como retención de placa, desgaste o estética, en restauraciones con resinas, incluyendo las de tipo Bulk Fill. En perfilometría existen dos enfoques principales, las mediciones lineales (2D) que consisten en registrar el perfil de una línea sobre la superficie, habitualmente en una longitud de corte estándar (ej. 0,8 mm), y permiten calcular parámetros como Ra (rugosidad media aritmética), Rq (desviación cuadrática media) y Rz (altura pico-valle), es común en perfilometría de contacto.El segundo enfoque son mediciones areales (3D) que analizan una superficie completa, no solo una línea, proporcionando parámetros tridimensionales como Sa y Sz, que ofrecen una visión más representativa de la textura en restauraciones clínicas. Estas se logran principalmente mediante técnicas ópticas sin contacto o microscopía confocal láser. (45)

3.3.6. Microgrooves

Los microgrooves en restauraciones dentales son surcos microscópicos que se forman inadvertidamente durante etapas como el pulido, ajuste o desgaste de materiales compuestos. Estas microcaracterísticas, con dimensiones en el orden de micrómetros, actúan como nichos protectores para bacterias, facilitando la adhesión inicial y la posterior formación de biofilm. En un estudio reciente sobre composites reforzados (partículas o fibras cortas), se observó que los microgrooves aumentaban la rugosidad lineal Ra hasta ≈ 0,42 µm, en contraste con ≈ 0,26 µm en superficies más uniformes, lo que se tradujo en mayor adhesión inicial de Streptococcus mutans. Este hallazgo evidencia que la presencia de microgrooves, irregularidades lineales a escala microscópica, incrementa la microrugosidad superficial y compromete la higiene bucal, subrayando la importancia de sistemas de pulido capaces de eliminar estos defectos para prolongar la durabilidad clínica de las restauraciones. (46)

3.4. Hipótesis

Los sistemas de pulido multietapa tienen un efecto significativo en la reducción de la microrugosidad superficial de las restauraciones con resinas Bulk Fill.

3.5. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Tipo de variable	Escala	Valor
Eficacia del sistema de pulido	Capacidad de un sistema en reducir eficazmente la rugosidad superficial de una restauración.	Reducción de la microrugosidad superficial Uniformidad superficial	ΔRa (µm) Ra post-pulido Comparación porcentual	Cualitativa	Nominal	SI NO
Sistema de pulido	Conjunto de instrumentos abrasivos utilizados para alisar y abrillantar una superficie restaurativa.	Tipo de sistema Número de pasos	Marca del sistema Procedimiento aplicado	Cualitativa	Nominal	-Optra Gloss Ivoclar Vivadent -Jiffy Polishing System -Diacomp Twist EVE

Microrugosidad superficial	Pequeñas irregularidades que afectan la textura de una superficie a nivel micrométrico.	Amplitud de irregularidades	Ra (µm) Rq	Cuantitativa	De razón	0.00 µm - 0.10 µm 0.10 µm - 0.20 µm 0.20 µm - 0.30 µm 0.30 µm - 0.40 µm 0.40 µm - 0.50 µm 0.50 µm - 0.60 µm
Resina Bulk Fill	Material restaurador fotopolimerizable aplicado en un solo incremento de mayor espesor (hasta 4-5 mm).	Composición química Tamaño de carga	Marca de resina Tipo de carga	Cualitativa	Nominal	-3M Filtek One Bulk Fill -Tetric N-PowerFill 2 Ivoclar Vivadent

IV. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de Investigación

El presente proyecto de investigación es de tipo experimental in vitro.

4.2. Población y muestra

4.2.1. Población

La población está conformada por discos de resina de las marcas 3M- Filtek One Bulk Fill y Tetric N-PowerFill 2 - Ivoclar Vivadent

4.2.2. Unidad de análisis

Cada disco de resina fotopolimerizado de 1cm de diámetro y 2 mm de espesor.

4.2.3. Muestra

La muestra está conformada por discos de resinas, de los cuales se utilizarán 10 discos por cada marca de resina. Cada uno de los discos de resina serán expuestos al pulido con Optra Gloss Ivoclar Vivadent, Jiffy Polishing System Ultradent y Diacomp Twist EVE dándonos 3 posibles resultados por cada marca de resina.

4.3. Procedimientos y técnica

4.3.1. Recolección de muestra

Se prepararon muestras de molde y disco de 1 cm de diámetro y 2 mm de espesor. Para cada marca se fabricaron 30 discos de resina, con un total de 60 discos se obtuvieron (n = 60).

4.3.2. Preparación de muestra

Se utilizó una arandela metálica preformada cuyo diámetro fue de 1 cm y altura de 2 mm. Una vez confeccionada la matriz, se procedió a rellenarla con las resinas Bulk fill iniciando con 3M- Filtek One Bulk Fill obteniendo 30 discos de resina. Luego, se utilizó la resina Tetric N-PowerFill 2 - Ivoclar Vivadent obteniendo 30 discos de resina, ambas resinas mediante incrementos de 2mm con la ayuda de la espátula de resina de la marca Hu-Friedy y matriz de silicona. Los especímenes fueron fotopolimerizados durante 20s. Se fotopolimerizaron con la lámpara de luz Bluephase N Ivoclar Vivadent de tecnología polywave a

una intensidad de 1200 mW/cm² con la punta de la lámpara separada aproximadamente 1mm de la muestra de resina. Luego, se utilizaron fresas ultrafinas cilíndricas de grano amarillo de 2 mm de diámetro para obtener una superficie plana y homogénea. Los discos de resina fueron expuestos a 3 tipos de pulido: Optra Gloss Ivoclar Vivadent, Jiffy Polishing System Ultradent y Diacomp Twist EVE. Se realizó el pulido de las superficies con el sistema correspondiente a cada muestra durante 30 segundos empleando un motor eléctrico con su contraángulo de baja velocidad a 8,000 rpm, en forma secuencial bajo refrigeración, como aconseja el fabricante. El pulido de las superficies se realizó con movimientos circulares para evitar hacer rayones en la superficie. Entre cada dispositivo de pulido de grano diferente se lavó la muestra de resina durante 10 segundos y se secó durante 5 segundos para retirar el debris. Las muestras se manipularon con pinza para evitar el contacto; se utilizó aire comprimido para retirar el excedente de agua. Las muestras se colocaron en un recipiente de plástico y se almacenaron en agua bidestilada a temperatura ambiente para simular el ambiente húmedo oral. Un solo operador realizó los procedimientos de pulido para minimizar la variabilidad. Luego, los resultados de cada marca y tipo de resina fueron evaluados cuantitativamente por un rugosímetro.

- Resina n°1 (n=30)
    - Sistema A (n=10)
    - Sistema B (n=10)
    - Sistema C (n=10)

- Resina n°2 (n=30)
    - Sistema A (n=10)
    - Sistema B (n=10)
    - Sistema C (n=10)

4.4. Procesamiento de los datos

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de “Máquinas y Herramientas” de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, donde se realizó la evaluación instrumental de la rugosidad superficial. Para ello, se empleó el rugosímetro TIME3110, un dispositivo de medición de contacto que permite cuantificar con precisión diferentes parámetros de

rugosidad dentro de un amplio rango operativo. Este equipo registra perfiles superficiales mediante el desplazamiento controlado de una punta diamantada, que recorre la superficie del material y detecta las irregularidades presentes. A partir de esta lectura, el rugosímetro calcula los parámetros Ra (rugosidad media aritmética) y Rz (altura máxima del perfil), los cuales constituyen indicadores estandarizados y ampliamente utilizados para describir el acabado superficial en estudios de materiales odontológicos.

Previo a cada medición, se verificó el correcto funcionamiento del equipo y se calibró según las especificaciones del fabricante para asegurar la reproducibilidad de los datos. Cada muestra fue posicionada de manera estable y se realizaron lecturas en zonas previamente definidas, con el objetivo de obtener perfiles representativos de su superficie. Los valores obtenidos se registraron de forma sistemática en una base de datos para su posterior análisis estadístico.

4.5. Análisis de resultado

Los datos obtenidos fueron registrados inicialmente en una hoja de cálculo elaborada en Microsoft Excel v.365. Posteriormente, la base de datos fue exportada al programa estadístico SPSS v.29 para proceder con el análisis correspondiente. Dado que la variable dependiente (rugosidad superficial) es continua, se aplicaron las pruebas de normalidad de Shapiro–Wilk para cada conjunto de mediciones, confirmándose que los datos siguieron una distribución normal ($p > 0.05$).

Una vez confirmada la normalidad, se procedió a aplicar la prueba t de Student para muestras relacionadas con el fin de comparar los valores de rugosidad pre y post pulido en cada tipo de resina. Esta prueba permitió determinar si el procedimiento de pulido generó cambios estadísticamente significativos dentro de cada grupo de material, obteniéndose que si hubo cambios significativos ($p < 0.05$). Posteriormente, para evaluar las diferencias entre los sistemas de pulido utilizados en el estudio, se empleó un Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor, considerando como variable dependiente la rugosidad post pulido y como factor independiente el sistema de pulido. El análisis evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p < 0.05$), lo que indica que no todos los sistemas generan el mismo efecto sobre la rugosidad final.

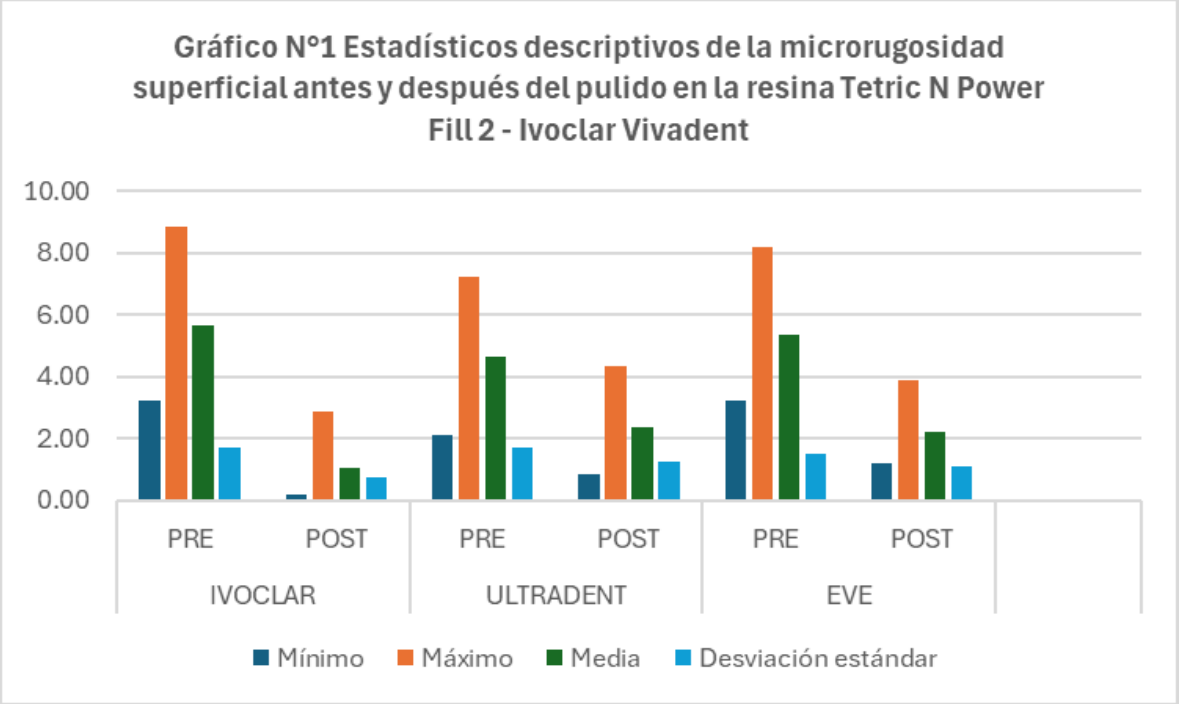
Finalmente, se aplicó una prueba post hoc con corrección de Bonferroni, cuyo objetivo fue identificar específicamente entre qué pares de sistemas de pulido

existían diferencias significativas. Las comparaciones múltiples mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en diversas combinaciones, lo que confirma que el desempeño de los sistemas de pulido no es equivalente. El detalle de estas comparaciones se presenta en la sección de resultados.

V. RESULTADOS

Tabla N°1 Estadísticos descriptivos de la Microrugosidad superficial antes y después del pulido en la resina Tetric N Power Fill - Ivoclar Vivadent

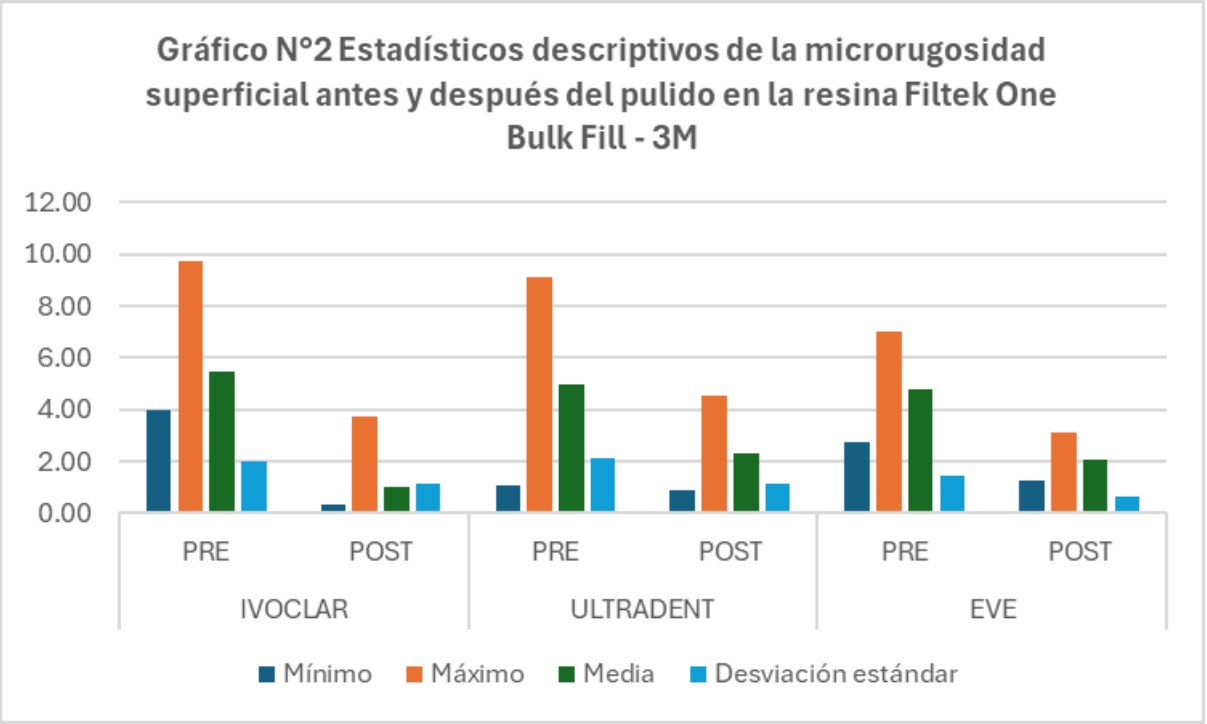
PULIDO		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
IVOCLAR	POST	10	,21	2,86	1,0510	,73205
	PRE	10	3,22	8,84	5,6610	1,69981
	N válido (por lista)	10				
ULTRADENT	POST	10	,83	4,35	2,3550	1,26214
	PRE	10	2,11	7,23	4,6400	1,70100
	N válido (por lista)	10				
EVE	POST	10	1,22	3,89	2,2220	1,10525
	PRE	10	3,24	8,19	5,3650	1,49353
	N válido (por lista)	10				



En la tabla 1 y gráfico 1, referentes a la resina Tetric N Power Fill 2 de la marca Ivoclar Vivadent podemos observar cómo los valores de microrugosidad superficial evidenciaron una variabilidad importante entre las muestras después de la aplicación de los sistemas de pulido. Para el parámetro Ra, el valor registrado más alto antes del pulido fue de 8,84 µm perteneciente al sistema de la marca Ivoclar Vivadent y el valor más bajo fue 2,11 µm perteneciente al sistema de la marca Ultradent. Luego del pulido, el valor más bajo registrado fue de 0,21 µm perteneciente al sistema de la marca Ivoclar Vivadent y el valor más alto fue de 4,35 µm perteneciente al sistema de la marca Ultradent.

Tabla N°2 Estadísticos descriptivos de la Microrugosidad superficial antes y después del pulido en la resina Filtek One Bulk Fill - 3M

PULIDO		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
IVOCLAR	POST	10	,32	3,71	1,0210	1,12564
	PRE	10	3,99	9,76	5,4880	1,98220
	N válido (por lista)	10				
ULTRADENT	POST	10	,91	4,53	2,3210	1,10830
	PRE	10	1,04	9,12	4,9380	2,12150
	N válido (por lista)	10				
EVE	POST	10	1,23	3,11	2,0480	,63322
	PRE	10	2,74	7,02	4,7850	1,42990
	N válido (por lista)	10				



En la tabla 2 y gráfico 2, referentes a la resina Filtek One Bulk Fill de la marca 3M podemos observar cómo los valores de microrugosidad superficial evidenciaron una variabilidad importante entre las muestras después de la aplicación de los sistemas de pulido. Para el parámetro Ra, el valor registrado más alto antes del pulido fue de 9,76 µm perteneciente a la muestra para el sistema de la marca Ivoclar Vivadent y el valor más bajo fue 1,04 µm perteneciente a la muestra para el sistema de la marca Ultradent. Luego del pulido se registró la medida más baja de 0,32 µm para el sistema de la marca Ivoclar Vivadent. El valor registrado más alto fue de 4,53 µm perteneciente al sistema Ultradent.

Tabla N°3 Pruebas de Normalidad

			Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
PULIDO		TIPO	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IVOCLAR	DIFERENCIA	IVOCLAR	,176	10	,200*	,917	10	,330
		3M	,201	10	,200*	,882	10	,139
ULTRADENT	DIFERENCIA	IVOCLAR	,192	10	,200*	,859	10	,075
		3M	,087	10	,200*	,984	10	,982
EVE	DIFERENCIA	IVOCLAR	,180	10	,200*	,904	10	,242
		3M	,191	10	,200*	,912	10	,295

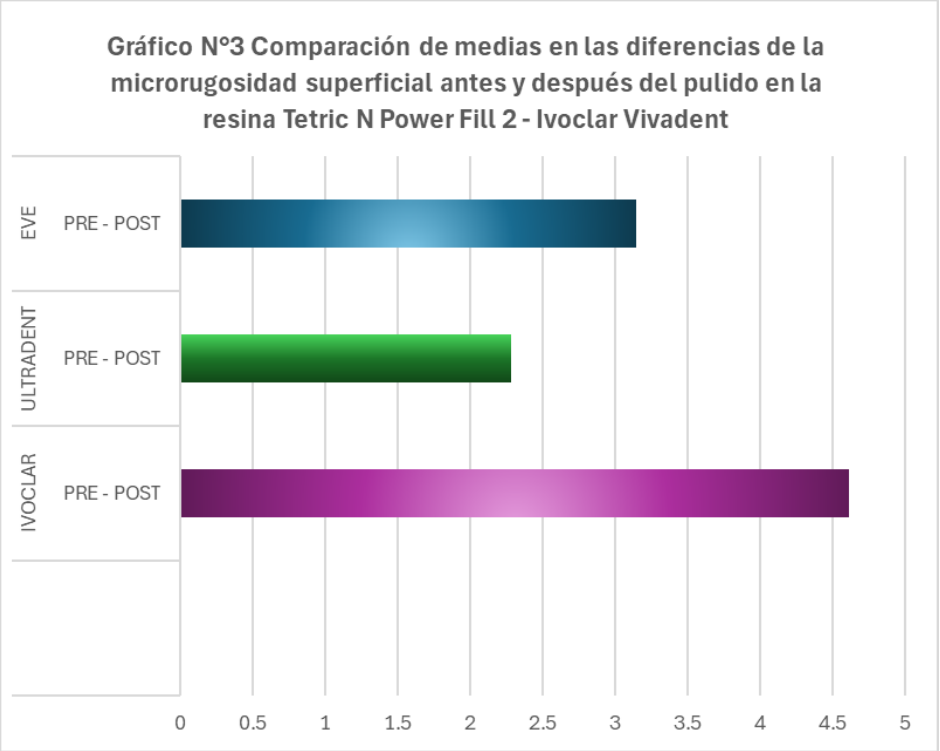
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla N°3 en todos los casos los valores de significancia ($p > 0.05$) indicaron que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto a una distribución normal, por lo tanto aceptamos la hipótesis nula (H_0 = Los datos provenientes de cada grupo presentan una distribución normal.)

Tabla N°4 Diferencias en la Microrugosidad superficial antes y después del pulido en la resina Tetric N Power Fill 2 - Ivoclar Vivadent mediante la prueba paramétrica T de Student

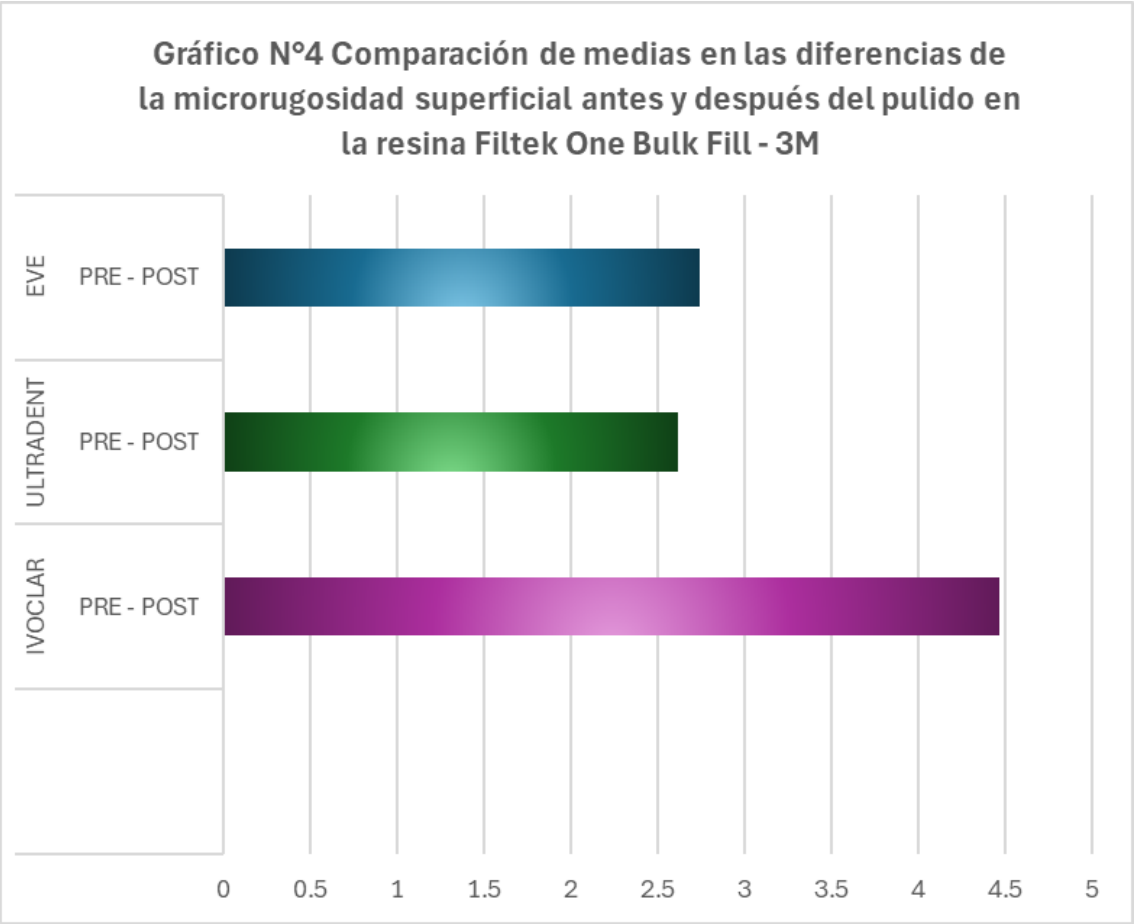
			Diferencias emparejadas							
						95% de intervalo de confianza de la diferencia				
PULIDO			Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
IVOCLAR	Par 1	PRE - POST	4,61000	1,18646	,37519	3,76126	5,45874	12,287	9	<.001
ULTRADENT	Par 1	PRE - POST	2,28500	1,66342	,52602	1,09506	3,47494	4,344	9	,002
EVE	Par 1	PRE - POST	3,14300	1,49622	,47315	2,07267	4,21333	6,643	9	<.001



En la tabla N°4 y gráfico N°3 se observa la aplicación de la prueba paramétrica T de student para la resina Tetric N Power Fill 2 de la marca Ivoclar Vivadent. En todos los casos, el valor de significancia fue $p < 0.05$, confirmando que las diferencias entre los valores antes y después del pulido son estadísticamente significativas. Para el sistema Ivoclar, la diferencia media fue de 4.61 µm ($t = 12.287$; $p < 0.001$). En el sistema Ultradent, la diferencia media fue de 2.285 µm ($t = 4.344$; $p = 0.002$). En el sistema Eve, la diferencia media fue de 3.143 µm ($t = 6.643$; $p < 0.001$).

Tabla N°5 Diferencias de la Microrugosidad superficial antes y después del pulido en la resina Filtek One Bulk Fill - 3M mediante la prueba paramétrica T de student

			Diferencias emparejadas							
						95% de intervalo de confianza de la diferencia				
PULIDO			Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
IVOCLAR	Par 1	PRE - POST	4,46700	,96700	,30579	3,77525	5,15875	14,608	9	<.001
ULTRADENT	Par 1	PRE - POST	2,61700	1,63178	,51601	1,44970	3,78430	5,072	9	<.001
EVE	Par 1	PRE - POST	2,73700	,97273	,30760	2,04115	3,43285	8,898	9	<.001



En la tabla N°5 y gráfico N°4 se observa la aplicación de la prueba paramétrica T de student para la resina Filtek One Bulk Fill de la marca 3M. En todos los casos, el valor de significancia fue $p < 0.05$, confirmando que las diferencias entre los valores antes y después del pulido son estadísticamente significativas. Para el sistema Ivoclar, la diferencia media fue de 4.467 µm ($t = 14.608$; $p < 0.001$). En el sistema Ultradent, la diferencia media fue de 2.617 µm ($t = 5.072$; $p < 0.001$). En el sistema Eve, la diferencia media fue de 2.737 µm ($t = 8.898$; $p < 0.001$).

Tabla N°6 Diferencias significativas entre los grupos de pulido de la resina Tetric N Power Fill 2 - Ivoclar Vivadent mediante la prueba ANOVA de un factor

DIFERENCIA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	27,646	2	13,823	6,466	,005
Dentro de grupos	57,720	27	2,138		
Total	85,366	29			

Tabla N°7 Comparaciones múltiples Post Hoc con Corrección de Bonferroni para los grupos de pulido de la resina Tetric N Power Fill - Ivoclar Vivadent

Variable dependiente: DIFERENCIA
Bonferroni

(I) PULIDO	(J) PULIDO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
IVOCLAR	ULTRADENT	2,32500*	,65388	,004	,6560	3,9940
	EVE	1,46700	,65388	,100	-,2020	3,1360
ULTRADENT	IVOCLAR	-2,32500*	,65388	,004	-3,9940	-,6560
	EVE	-,85800	,65388	,602	-2,5270	,8110
EVE	IVOCLAR	-1,46700	,65388	,100	-3,1360	,2020
	ULTRADENT	,85800	,65388	,602	-,8110	2,5270

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

En la tabla N°6 se mostraron diferencias estadísticamente significativas en uno de los sistemas de pulido respecto a los demás (F = 6.466; gl = 2,27; p = 0.005). En la tabla N°7 se realizaron las comparaciones múltiples hallando diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas de la marca Ivoclar y Ultradent con una diferencia de medias de 2.325 µm (p = 0.004).

Tabla N°8 Diferencias significativas entre los grupos de pulido de la resina Filtek One Bulk Fill - 3M mediante la prueba ANOVA de un factor

DIFERENCIA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	19,073	2	9,536	5,788	,008
Dentro de grupos	44,488	27	1,648		
Total	63,560	29			

Tabla N°9 Comparaciones múltiples Post Hoc con Corrección de Bonferroni para los grupos de pulido de la resina Filtek One Bulk Fill - 3M

Variable dependiente: DIFERENCIA
Bonferroni

(I) PULIDO	(J) PULIDO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
IVOCLAR	ULTRADENT	1,65000*	,57406	,023	,1847	3,1153
	EVE	1,73000*	,57406	,017	,2647	3,1953
ULTRADENT	IVOCLAR	-1,65000*	,57406	,023	-3,1153	-,1847
	EVE	,08000	,57406	1,000	-1,3853	1,5453
EVE	IVOCLAR	-1,73000*	,57406	,017	-3,1953	-,2647
	ULTRADENT	-,08000	,57406	1,000	-1,5453	1,3853

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

En la tabla N°6 se mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas de pulido (F = 5.788; gl = 2,27; p = 0.008). En la tabla N°7 se realizaron las comparaciones múltiples hallando diferencias estadísticamente significativas entre el sistema de la marca Ivoclar respecto a los sistemas de las marcas Ultradent y EVE. La diferencia de medias entre Ivoclar y Ultradent fue de 1.650 µm (p = 0.023). La diferencia de medias entre Ivoclar y Eve fue de 1.730 µm (p = 0.017).

VI. DISCUSIÓN

La microrrugosidad superficial de un material restaurador depende de la interacción de múltiples variables. Entre los factores intrínsecos destacan las características del relleno, como la distribución, el tamaño, la morfología y la naturaleza de las partículas; el grado de conversión que puede alcanzar el polímero; la composición química de la matriz orgánica; y la solidez de la unión entre esta matriz y las cargas inorgánicas. Asimismo, los factores extrínsecos ejercen una influencia considerable, entre ellos la flexibilidad del sustrato que sostiene los abrasivos, la dureza de dichos abrasivos, el diseño de los instrumentos de acabado y los parámetros del fotocurado; todos estos elementos se relacionan directamente con el sistema de pulido empleado.

Karakaş *et al.* menciona que aunque las características físicas y químicas de los composites influyen en la rugosidad superficial, los sistemas de acabado y pulido tienen un efecto aún más determinante. A pesar de los avances en materiales y técnicas diseñados para optimizar este proceso, todavía no existe un protocolo universal considerado como el estándar ideal. En la práctica clínica persiste la necesidad de obtener superficies lisas utilizando la menor cantidad posible de pasos, instrumentos y tiempo. Para ello se emplean diversos dispositivos, como discos abrasivos, ruedas de goma con diamante, fresas de carburo o diamante, así como pastas y copas para pulido. Los hallazgos en la investigación de este autor mostraron que ningún sistema de pulido es capaz de generar de manera consistente un acabado superficial homogéneo en todas las resinas compuestas evaluadas. No obstante, el sistema OptraGloss combinado con pasta Diapolisher produjo valores de microrugosidad superficial bajos en múltiples compuestos. Esto se evidencia en los resultados obtenidos en la presente investigación ya que pese a que no se utilizó la pasta Diapolisher, OptraGloss fue quien registró los valores de microrugosidad superficial más bajos. Del mismo modo coincidimos con el autor quien refiere que esta falta de uniformidad no depende únicamente de la eficacia intrínseca de cada pulidor, sino también de la compleja interacción que se establece entre las características específicas del sistema de pulido y las propiedades particulares de cada tipo de resina compuesta. En conjunto, estos factores explican la variabilidad observada en los resultados. (11)

Aktu *et al.* investigaron cómo dos técnicas de pulido diferentes afectan la estabilidad del color, la rugosidad superficial y los cambios en la morfología superficial de compuestos de resina de relleno en masa envejecidos y teñidos con café. Las muestras se pulieron utilizando los discos Super-Snap multietapa y Diacomp plus Twist de dos etapas. Se encontró que las muestras que se pulieron utilizando los discos Super-Snap exhibieron

consistentemente superficies más lisas en todos los composites de resina de relleno en bloque en comparación con las pulidas con Diacomp plus Twist los cuales coinciden con los resultados obtenidos en el presente estudio donde el sistema Diacomp Twist de la marca EVE obtuvo microrugosidades altas. El Diacomp plus Twist es un sistema de pulido de dos pasos con diamante incorporado con una dureza Mohs de 10, los abrasivos de diamante duros del twist pueden causar rayones más profundos en las superficies de composite que los discos. Según la literatura, se puede decir que los sistemas de pulido recubiertos con partículas de diamante inducen rayones más profundos en las superficies de compuestos de resina a base de dimetacrilato durante el pulido, lo que conduce a una mayor rugosidad en los materiales examinados. (47)

Khudhur *et al.* evaluaron la influencia de un sistema de pulido de un solo paso sobre la rugosidad superficial de tres resinas compuestas bulk-fill: Filtek One Bulk-Fill de 3M, Tetric EvoCeram Bulk-Fill de Ivoclar Vivadent y Ecosite Bulk-Fill tono universal de DMG. Las muestras fueron terminadas con una fresa de carburo de tungsteno de grano fino y pulidas con el sistema One Gloss. Los resultados obtenidos fueron que Tetric EvoCeram perteneciente a la marca Ivoclar obtuvo el menor valor de rugosidad, mientras que Filtek One perteneciente a la marca 3M presentó el mayor valor, resultados que se corresponden con los revelados en la presente investigación donde se evidenció mediante la evaluación de estadísticos descriptivos que el valor máximo obtenido de microrugosidad posterior al pulido perteneció a la resina Filtek One Bulk Fill de la marca 3M. Las resinas empleadas en ambos estudios son de uso clínico ampliamente reconocido, es importante considerar que las propiedades superficiales de las resinas compuestas están directamente influenciadas por su composición y contenido de relleno. Asimismo, presentan diferencias en cuanto al tamaño, distribución y tipo de partículas de relleno, como en sus sistemas iniciadores. Estas variaciones pueden explicar el comportamiento diferenciado observado en la rugosidad superficial tras los procedimientos de acabado y pulido. (13)

Los resultados obtenidos para la resina Tetric N Power Fill 2 - Ivoclar Vivadent, en la prueba T de student muestran diferencias estadísticamente significativas en el antes y después del pulido evidenciando que existe una reducción significativa de la microrugosidad posterior al pulido. La prueba ANOVA indicó diferencias globales entre los sistemas de pulido ($p = 0.005$), pero en el post hoc con Bonferroni la diferencia significativa sólo se encontró entre Ivoclar vs Ultradent (no entre Ivoclar vs Eve ni Ultradent vs Eve). Esto sugiere que el sistema Ivoclar probablemente optimiza mejor el acabado en esa resina, mientras que Ultradent y Eve presentan un desempeño más comparable entre sí.

Los resultados obtenidos para la resina Filtek One Bulk Fill - 3M, en la prueba T de student muestran diferencias estadísticamente significativas en el antes y después del pulido evidenciando que existe una reducción significativa de la microrugosidad posterior al pulido. La prueba ANOVA también evidenció diferencias significativas ($p = 0.008$), y el Bonferroni reveló que Ivoclar ofreció mejores resultados (reducción de microrrugosidad) en comparación con Ultradent y Eve, sin diferencias entre estos dos últimos. Este hallazgo indica que, para esta resina, el sistema de pulido Ivoclar es el más eficiente de los analizados.

VII. CONCLUSIONES

- El proceso de pulido produjo una reducción significativa de la rugosidad superficial en todas las resinas evaluadas. Las comparaciones pre y post tratamiento confirmaron que el pulido es un factor determinante para mejorar la topografía superficial de los materiales restauradores, contribuyendo indirectamente a una mejor estética, mayor resistencia a la pigmentación superficial y menor adhesión bacteriana.
- Existieron diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas de pulido, demostradas mediante las pruebas paramétricas. Los valores obtenidos indicaron que no todos los sistemas presentan el mismo desempeño en la disminución de la rugosidad, lo cual evidencia la importancia de elegir protocolos basados en evidencia.
- El sistema de pulido que mostró mejor comportamiento clínico y estadístico fue OptraGloss de la marca Ivoclar Vivadent, este sistema obtuvo valores de rugosidad más bajos tras el pulido, generando una superficie lisa y compatible con los requerimientos clínicos.
- El tipo de resina también influyó en los resultados, lo cual sugiere que la composición, tamaño y distribución de partículas de carga desempeñan un papel fundamental en la respuesta del material frente al acabado y pulido.
- No se encontraron diferencias significativas entre algunos sistemas como Ultradent y EVE, lo que indica que tuvieron un comportamiento similar y que el efecto del sistema de pulido es relativamente independiente del tipo de material; sin embargo, ambos sistemas aportan variabilidad que debe considerarse en la práctica clínica.
- En conjunto, los resultados de la presente investigación permiten concluir que la elección del sistema de pulido influye directamente en la calidad final de la superficie restaurada, por lo que su selección debe basarse en evidencia científica y no únicamente en criterios de disponibilidad o familiaridad del operador.

VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios con restauraciones anatómicas reales para evaluar el efecto del pulido en superficies curvas, oclusales y proximales, escenarios más similares a la clínica.
- Evaluar la estabilidad de la microrugosidad en el tiempo, mediante envejecimiento (termociclado, abrasión mecánica, exposición a agentes pigmentantes), para simular condiciones intraorales reales.
- Incluir el análisis de otros parámetros importantes clínicamente, como brillo (gloss), microdureza, resistencia al desgaste y retención de biofilm, muchos estudios recientes sugieren que el tipo de sistema de pulido y de resina influyen en estos factores.
- Considerar distintos sistemas de pulido (incluyendo nuevos) y resinas bulk-fill de distintos fabricantes, para generar recomendaciones clínicas más globales.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jin J, Takahashi R, Hickel R, Kunzelmann K-H. Surface properties of universal and flowable nanohybrid composites after simulated tooth brushing. Am J Dent. 2014;27:149-54.
2. Valle Rodríguez I, Christiani A, Álvarez G, Zamudio R. Revisión de resinas Bulk Fill: estado actual. Rev Asoc Argent Odontol. 2018;58(1):34–40.
3. Lamas-Lara C, Alvarado-Menacho S, Angulo de la Vega G. Importancia del acabado y pulido de restauraciones directas de composite de resina en dientes anteriores: reporte de caso. Rev Estomatol Herediana. 2015 Abr;25(2):145–51.
4. Herrera Carangui NC, González Ortiz AI, Urgiles Urgiles CD, Urgiles Esquivel CE. Análisis comparativo del desempeño clínico de las resinas Bulk Fill y reforzadas con fibra: una revisión sistemática en odontología restaurativa. Rev Multidiscip Investig Contemp. 2025;3(2):463–91.
5. Silva LNC, Silveira CR, Carneiro GKM. Vantagens das resinas Bulk Fill: revisão da literatura. Rev Saúde Multidiscip. 2020 Oct 5;5(1).
6. Navarrete-Abedrabbo XC, Valle-Lozada BS, Real-Freire ÁD. Uso de las resinas Bulk y su posibilidad de aplicación en odontopediatría: revisión sistemática de la literatura. Rev Ciencias Médicas. 2023;27(Suppl 2). Epub 2023 Dic 1.
7. Rodríguez G, Douglas R, Pereira SN. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontol Venez. 2008;46(3):381–92.
8. Alharbi G, et al. Efecto de diferentes sistemas de acabado y pulido en las propiedades superficiales de composites universales de resina de un solo tono. BMC Salud Bucal. 2024;24(1):197.
9. Altınışık H, Özyurt E. Effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of monoshade resin composites. BMC Oral Health. 2024;24:1391.
10. Picón Rentería AD, Tamariz Ordóñez PE. Efectividad de los diferentes sistemas de pulido sobre la rugosidad superficial de las resinas compuestas: revisión bibliográfica. Rev Odontol. 2023 Ago 19;25(2).
11. Karakaş SN, Batmaz SG, Çiftçi V, Küden C. Experimental study of polishing systems on surface roughness and color stability of novel bulk-fill composite resins. BMC Oral Health. 2025 Jan 16;25(1):74.
12. Aljamhan A, Habib S, AlSarhan M, AlZahrani B, AlOtaibi H, AlSunaidi N. Efecto del acabado y pulido en la rugosidad superficial de los composites de relleno masivo. Open Dent J. 2021;15:1–7.
13. Khudhur HA, Bakr DK, Saleem SS, Mahdi SF. Comparison of surface roughness of different bulk-fill composite materials using one-step polishing systems: an in-vitro study. J Hunan Univ Nat Sci. 2022 Jan;49(1).
14. Paolone G, Moratti E, Goracci C, Gherlone E, Vichi A. Effect of finishing systems on surface roughness and gloss of full-body bulk-fill resin composites. Materials (Basel). 2020;13:5657.
15. Ishii R, Takamizawa T, Tsujimoto A, Suzuki S, Imai A, Barkmeyer WW, Latta MA, Miyazaki M. Effects of finishing and polishing methods on the surface roughness and surface free energy of bulk-fill resin composites. Oper Dent. 2020 Mar-Apr;45(2):E91–E104.
16. de Fátima Alves da Costa G, Melo AMDS, de Assunção IV, Borges BCD. Impact of additional polishing method on physical, micromorphological, and microtopographical properties of conventional composites and bulk fill. Microsc

Res Tech. 2020 Mar;83(3):211–22.
17. Granat M, Cieloszyk J, Kowalska U, Buczkowska-Radlińska J, Łagocka R. Surface Geometry of Four Conventional Nanohybrid Resin-Based Composites and Four Regular Viscosity Bulk Fill Resin-Based Composites after Two-Step Polishing Procedure. Biomed Res Int. 2020 Aug 12;2020:6203053.
18. Gömleksiz S, Gömleksiz O. The effect of contemporary finishing and polishing systems on the surface roughness of bulk fill resin composite and nanocomposites. J Esthet Restor Dent. 2022 Sep;34(6):915-923.
19. Kiliç E, Sirin Karaarslan E, Hatirli H, Yilmaz F. Effects of polishing systems and storage media on color stability and surface roughness of bulk-fill restorative composites. Am J Dent. 2021 Oct;34(5):250-256.
20. Carrillo-Marcos A, Salazar-Correa G, Castro-Ramirez L, Ladera-Castañeda M, López-Gurreonero C, Cachay-Criado H, Aliaga-Mariñas A, Cornejo-Pinto A, Cervantes-Ganoza L, Cayo-Rojas CF. The microhardness and surface roughness assessment of bulk-fill resin composites treated with and without the application of an oxygen-inhibited layer and a polishing system: an in vitro study. Polymers (Basel). 2022 Jul 28;14(15):3053.
21. Sakaguchi RL, Powers JM. Craig's Restorative Dental Materials. 15th ed. St. Louis: Elsevier; 2022.
22. Celik EU, Tunac AT, Cengiz E. Recent advances in restorative dental materials: A comprehensive review. Materials (Basel). 2023;16(9):3361.
23. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Materiales restauradores compuestos de resina de relleno masivo: una revisión. Br Dent J. 2017;222:337–44.
24. iHua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 2020 Jun 1;38(3):233–9.
25. Parra Gatica E, Durán Ojeda G, Wendler M. Contemporary flowable bulk-fill resin-based composites: a systematic review. Biomaterial Investig Dent. 2023;10(1):8–19.
26. Hatipoğlu Ö, Par M, Pertek Hatipoğlu F. Comparison of degree of conversion performance of bulk-fill resin composites: A systematic review and network meta-analysis of in vitro studies. J Dent. 2024 Oct;149:105289.
27. Thomaidis S, Kampouropoulos D, Antoniadou M, Kakaboura A. Evaluation of the Depth of Cure by Microhardness of Bulk- Fill Composites with Monowave and Polywave LED Light- Curing Units. Appl Sci. 2024;14(24):11532.
28. Yu P, Xu YX, Liu YS. Polymerization shrinkage and shrinkage stress of bulk-fill and non-bulk-fill resin-based composites. J Dent Sci. 2022 Jul;17(3):1212–6.
29. Paolone G, Mandurino M, Scotti N, et al. Color stability of bulk-fill compared to conventional resin-based composites: a scoping review. J Esthet Restor Dent. 2023;35(1):657–676.
30. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: an umbrella review. Polymers (Basel). 2023;15(12):2613.
31. Resin- Based Bulk- Fill Composites: Tried and Tested, New Trends, and Evaluation Compared to Human Dentin. Materials (Basel). 2022;15(22):8095.
32. Khan, A., Hodson, N. y Altaie, A. Sistemas de pulido para materiales dentales estéticos modernos: una revisión narrativa. Br Dent J 2024; 237 , 607–613.
33. Almeida e Silva JS, Lima DANL, Aguiar FHB, Ambrosano GMB, Lovadino JR. Effectiveness of simplified polishing systems on the surface roughness of different resin composites. J Esthet Restor Dent. 2023;35(3):543-550.
34. Chander NG, Venkat R, Prithiviraj DR, Ariga P. Review on polishing techniques of composite resins. J Conserv Dent. 2023;26(1):12–18.

35. Rodríguez H, Fernández E, Campos C, Pérez J. Influence of Polishing Protocols and Composite Type on Surface Roughness and Gloss: A Systematic Review. J Esthet Restor Dent. 2023;35(2):300–309.
36. Szczepaniak ME, Krasowski M, Bołtacz-Rzepkowska E. El efecto de diversos sistemas de pulido en la rugosidad superficial de dos compuestos de resina: un estudio in vitro. Coatings . 2022; 12(7):916.
37. Al-Ahdal K, Ibrahim MA, Alshahrani FA, Alharbi SA, Alghamdi AS. Impact of Finishing and Polishing Procedures on the Surface Characteristics of Resin Composites: A Systematic Review. Polymers (Basel). 2023;15(2):389.
38. Park JW, An JS, Lim WH, Lim BS, Ahn SJ. Microbial changes in biofilms on composite resins with different surface roughness: An in vitro study with a multispecies biofilm model. J Prosthet Dent. 2019;122(5):493–9.
39. Namekawa H, Smith AJ, Lee JH, et al. Relationships between composite roughness and Streptococcus mutans biofilm depth under shear in vitro. Dent Mater. 2023;39:125-134.
40. Biçer Z, Yaman BC, Çeliksöz Ö, Uzun M, Yildiz E. Surface roughness of different types of resin composites after artificial aging procedures: an in vitro study. BMC Oral Health. 2024;24:876.
41. Devlukia S, Hammond L, Malik K. Is surface roughness of direct resin composite restorations material and polisher-dependent? A systematic review. J Esthet Restor Dent. 2023;35(6):947–67.
42. Imtiaz T, Ganesh SB, Jayalakshmi S. Surface roughness changes of two composite resin restorative materials after thermocycling. J Adv Pharm Technol Res. 2022;13(Suppl 2):S466–9.
43. Turkun LS, Köprülü H. Surface roughness measurement methods in dental materials research: a technical review. Dent Mater. 2023;39:e1–e16.
44. Alrahlah A, Alresayes S, Algarni N, Fouad H, Silikas N. Mechanical properties and depth of cure of bulk-fill resin composites: An in vitro study. Materials (Basel). 2023;16(3):1148.
45. Sampaio CS, Kominami CM, Pimentel MJ, Hirata R. Surface roughness measurement methods: A review focused on dental resin composites. J Esthet Restor Dent. 2023;35(2):227–236.
46. Lassila L, Loimaranta V, Vallittu PK, Garoushi S. Bacterial adhesion and surface roughness of particulate- filled and short fiber- reinforced composites. Odontology. 2024;112(2):129- 136.
47. Aktu A, Ulusoy N. Efecto de los sistemas de pulido en la rugosidad superficial y la estabilidad del color de compuestos de resina de relleno en masa envejecidos y teñidos. Materials . 2024; 17(14):3576.

X. ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema de investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cuál es la eficacia de tres sistemas de pulido sobre la microrugosidad superficial en dos marcas de resina Bulk Fill mediante una evaluación in vitro?	Determinar la eficacia de tres sistemas de pulido sobre la microrugosidad superficial en dos marcas de resina Bulk Fill mediante una evaluación in vitro.	- Determinar la microrugosidad superficial de la resina 3M- Filtek One Bulk Fill según los sistemas de pulido Optra Gloss - Ivoclar Vivadent, Jiffy Polishing System - Ultradent y Diacomp Plus Twist - EVE. - Determinar la microrugosidad superficial de la resina Tetric N-PowerFill 2 - Ivoclar Vivadent según los sistemas de pulido Optra Gloss - Ivoclar Vivadent, Jiffy Polishing System - Ultradent y Diacomp Plus Twist - EVE. - Comparar las microrugosidades de las resinas 3M- Filtek One Bulk Fill y Tetric N-PowerFill 2 - Ivoclar Vivadent según los sistemas de pulido Optra Gloss - Ivoclar Vivadent, Jiffy Polishing System - Ultradent y Diacomp Plus Twist - EVE.	Los sistemas de pulido multietapa tienen un efecto significativo en la reducción de la microrugosidad superficial de las restauraciones con resinas Bulk Fill.	**Variable independiente:** Sistema de pulido (Optra Gloss, Jiffy Polishing System, Diacomp Plus Twist). **Variable dependiente:** Microrugosidad superficial (µm).	**Tipo de estudio:** Cuantitativo. **Diseño:** Experimental, prospectivo, transversal, analítico. **Muestra:** 60 discos (30 Filtek One Bulk Fill y 30 Tetric N- PowerFill 2). **Procedimiento:** Medición inicial → aplicación del sistema de pulido → medición final con rugosímetro. **Análisis estadístico:** Pruebas de normalidad, prueba t pareada, ANOVA de un factor y prueba post hoc Bonferroni.

ANEXO 2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Título del estudio:

Eficacia de tres sistemas de pulido sobre la microrugosidad superficial de las resinas Bulk Fill. Estudio in vitro.

---

1. Datos Generales

- **Investigador/a:** _____
- **Fecha:** _____
- **Código de muestra:** _____

---

2. Datos de la Muestra

Variable	Detalle
Tipo de resina Bulk fill	☐ 3M™ Filtek™ One Bulk Fill ☐ Tetric N-Ceram Bulk Fill – Ivoclar Vivadent
Lote del material	
Fecha de caducidad	
Técnica de colocación	☑ Monobloque
Número de muestra	N° _____

---

3. Sistema de Pulido Aplicado

Sistema de Pulido	Seleccionar (✔)	Protocolo / RPM / Tiempo / Presión
☐ Sistema 1 - Optra Gloss Ivoclar Vivadent		
☐ Sistema 2 - Jiffy Polishing System Ultradent		
☐ Sistema 3 - Diacomp Plus Twist EVE		

4. Parámetros de Microrrugosidad Superficial Inicial (Ra_1)

Parámetro	Unidad	Valor obtenido
Ra (Rugosidad promedio)	µm	
Rz (Rugosidad máxima)	µm	
Nº de mediciones por muestra		
Promedio de mediciones (Ra)	µm	

5. Parámetros de Microrrugosidad Superficial Final (Ra_2)

Parámetro	Unidad	Valor obtenido
Ra (Rugosidad promedio)	µm	
Rz (Rugosidad máxima)	µm	
Nº de mediciones por muestra		
Promedio de mediciones (Ra)	µm	

ΔRa = Ra final – Ra inicial
$\Delta Ra = Ra_2 - Ra_1$
ΔRa =
ΔRa =

---

6. Observaciones Adicionales

Condiciones del experimento, desviaciones del protocolo, observaciones visuales u otras anotaciones.

_____

_____

---

7. Firma del Investigador

Nombre y firma: _____

ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS DEL PROCEDIMIENTO IN VITRO





ANEXO 4. APROBACION DEL COMITE DE ETICA

Facultad de Odontología
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Comité de Ética Institucional

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

CONSTANCIA DE APROBACIÓN N°094-CEI-FO-2025

El Comité de Ética Institucional de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos ha **APROBADO** el proyecto de investigación, de tipo Exento de revisión sin riesgo, titulado: **"EFICACIA DE TRES SISTEMAS DE PULIDO SOBRE LA MICRORUGOSIDAD SUPERFICIAL DE LAS RESINAS BULK FILL. ESTUDIO IN VITRO". (Exp. N°178-2025)** a cargo de la investigadora principal **KIARA SOLANGE URQUIZA FUENTES,** según consta en el Acta N°020-FO-CEI-2025 de fecha 30 de setiembre del presente año.

La presente aprobación del Comité de Ética Institucional de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos tiene una vigencia de tres años, del 30 de setiembre de 2025 al 30 de setiembre de 2028 bajo los siguientes considerandos:

- El proyecto de investigación se encuentra registrado y almacenado en los archivos digitales del comité.
- Los datos obtenidos de la investigación deberán ser rigurosamente resguardados y almacenados por un periodo mínimo de tres años pudiendo ser solicitados por este comité en cualquier momento.
- El comité se reserva el derecho de solicitar en cualquier momento un informe del avance del proceso de ejecución del proyecto de investigación
- Cualquier modificación al proyecto presentado deberá ser informado al Comité.
- Al finalizar la ejecución el investigador responsable debe enviar una copia del informe final a este comité.
- El Comité de Ética está a disposición para posteriores esclarecimientos o dudas.

Ciudad Universitaria, 03 de octubre de 2025

UNMSM
Firmado digitalmente por GAMARRA CONTRERAS Maria Del Pilar FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 06.10.2025 12:11:58 -05:00

Dra. MARÍA DEL PILAR GAMARRA CONTRERAS
Presidenta del Comité de Ética Institucional

ANEXO 5. PASE A EJECUCIÓN

Ciudad Universitaria, 09 de octubre de 2025

OFICIO VIRTUAL N.° 0186/FO-EPO/2025

Señorita tesista
KIARA SOLANGE URQUIZA FUENTES
Facultad de Odontología
UNMSM
Presente. –

Asunto: *Pase a Ejecución*

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted, con la finalidad de transcribirle el informe de su Proyecto de Tesis Titulado:

"Eficacia de tres sistemas de pulido sobre la microrugosidad superficial de las resinas Bulk Fill. Estudio in vitro."

Que a la letra dice: Vista la documentación; la Escuela Profesional de Odontología, con fecha 09 de octubre de 2025, acordó: Dar pase, a la ***EJECUCIÓN*** *del Proyecto de Tesis de doña:* ***URQUIZA FUENTES, KIARA SOLANGE.***

Sin otro particular, me despido de Usted y hago propicia la ocasión para renovarle los sentimientos de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

UNMSM Firmado digitalmente por GUTIERREZ ILAVE Margot Margarita FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 09.10.2025 19:03:20 -05:00

DRA. MARGOT MARGARITA GUTIÉRREZ ILAVE
Directora de la Escuela Profesional de Odontología

MMGI/lrc

EXP. N.° 076– Etapa 4

ANEXO 6. PRIMERA MEDICIÓN DE MICRORUGOSIDAD ANTES DEL PULIDO

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

EL JEFE DEL LABORATORIO DE MAQUINAS HERRAMIENTA

deja constancia de la toma de datos rugosímetricos a 60 piezas (30 Muestras - RESINA ONE BULK FILL 3M) (30 Muestras - RESINA TETRIC N POWER FILL 2 IVOCLAR VIVADENT) con el equipo de Rugosímetro Portátil marca ***TIME GROUP****, Modelo* ***Time 3110*** *según el siguiente cuadro:*

TOMA 1

30 Muestras - RESINA ONE BULK FILL 3M			
N°	***Ra (µm)***	***Rz (µm)***	***Promedio (µm)***
1	*4.98*	*16.91*	*10.95*
2	*4.37*	*21.8*	*13.09*
3	*4.59*	*5.84*	*5.22*
4	*8.51*	*16.68*	*12.60*
5	*4.65*	*18.27*	*11.46*
6	*3.99*	*10.21*	*7.10*
7	*4.14*	*8.81*	*6.48*
8	*5.34*	*9.66*	*7.50*
9	*9.76*	*18.19*	*13.98*
10	*4.55*	*13.93*	*9.24*
11	*4.81*	*10.18*	*7.50*
12	*4.6*	*10.12*	*7.36*
13	*4.87*	*11.13*	*8.00*
14	*7.29*	*18.24*	*12.77*
15	*4.25*	*11.09*	*7.67*
16	*4.54*	*13.82*	*9.18*
17	*9.12*	*15.02*	*12.07*
18	*3.72*	*8.65*	*6.19*
19	*1.04*	*11.46*	*6.25*
20	*5.14*	*11.08*	*8.11*
21	*6.18*	*10.46*	*8.32*
22	*4.36*	*12.63*	*8.50*
23	*2.74*	*7.89*	*5.32*
24	*6.63*	*9.9*	*8.27*
25	*4.92*	*10.42*	*7.67*
26	*3.92*	*9.11*	*6.52*
27	*3.53*	*14.92*	*9.23*
28	*7.02*	*16.01*	*11.52*
29	*3.63*	*6.02*	*4.83*
30	*4.92*	*11.59*	*8.26*

E-mail: *cie.fii@unmsm.edu.pe*
Teléfono: *x*
Calle Germán Amézaga N° 375, Lima 1 */ Ciudad Universitaria*
Facultad de Ingeniería Industrial
Página web: *x*

TOMA 2

30 Muestras – RESINA TETRIC N POWER FILL 2 IVOCLAR VIVADENT			
N°	*Ra (µm)*	*Rz (µm)*	*Promedio (µm)*
1	*4.72*	*14.59*	*9.66*
2	*5.14*	*7.53*	*6.34*
3	*8.84*	*9.49*	*9.17*
4	*4.58*	*12.86*	*8.72*
5	*5.21*	*9.21*	*7.21*
6	*6.97*	*13.19*	*10.08*
7	*4.08*	*7.13*	*5.61*
8	*6.89*	*12.8*	*9.85*
9	*6.96*	*19.14*	*13.05*
10	*3.22*	*6.42*	*4.82*
11	*3.84*	*9.41*	*6.63*
12	*6.79*	*12.83*	*9.81*
13	*3.45*	*8.61*	*6.03*
14	*2.11*	*13.14*	*7.63*
15	*7.23*	*9.02*	*8.13*
16	*3.82*	*6.01*	*4.92*
17	*4.61*	*6.7*	*5.66*
18	*6.06*	*13.55*	*9.81*
19	*5.52*	*12.55*	*9.04*
20	*2.97*	*9.86*	*6.42*
21	*6.59*	*10.68*	*8.64*
22	*4.48*	*9.85*	*7.17*
23	*3.77*	*4.89*	*4.33*
24	*6.15*	*8.45*	*7.30*
25	*6.03*	*14.8*	*10.42*
26	*8.19*	*17.29*	*12.74*
27	*4.53*	*8.29*	*6.41*
28	*6.04*	*14.55*	*10.30*
29	*3.24*	*9.71*	*6.48*
30	*4.63*	*10.07*	*7.35*

Se expide la siguiente constancia para los fines que se considere necesario

UNMSM
Firmado digitalmente por ROSALES URBANO Victor Genaro FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 04.11.2025 22:59:45 -05:00

Mag. Víctor Rosales Urbano
Jefe del LMH
FII - UNMSM

E-mail: *cie.fii@unmsm.edu.pe*
Teléfono: *x*
Calle Germán Amézaga N° 375, Lima 1 */ Ciudad Universitaria*
Facultad de Ingeniería Industrial
Página web: *x*

ANEXO 7. SEGUNDA MEDICIÓN DE MICRORUGOSIDAD POSTERIOR AL PULIDO

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

EL JEFE DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS

deja constancia de la toma de datos rugosimétricos a 60 piezas cilíndricas pulidas distribuidas en 2 grupos (30 Muestras -Grupo 1- RESINA FILTEK ONE BULK FILL 3M) (30 Muestras Grupo 2- RESINA TETRIC N POWER FILL 2 IVOCLAR VIVADENT) con el equipo de Rugosímetro Portátil marca ***TIME GROUP****, Modelo* ***Time 3110*** *según el siguiente cuadro:*

GRUPO 1

30 Muestras Pulidas - RESINA FILTEK ONE BULK FILL 3M			
N°	*Ra (µm)*	*Rz (µm)*	*Promedio (µm)*
1	,49	2.75	2.75
2	,54	3.50	2.30
3	,61	4.065	4.07
4	2,41	4.35	4.35
5	,43	5.64	4.24
6	,39	2.61	2.61
7	,82	4.28	2.55
8	,32	4.21	4.21
9	3,71	7.245	7.25
10	,49	5.31	3.92
11	1,38	3.29	3.29
12	2,96	5.65	4.31
13	1,82	4.255	4.26
14	2,55	4.17	4.17
15	2,80	5.075	5.08
16	2,36	6.135	6.14
17	4,53	7.195	7.20
18	2,97	4.89	3.93
19	,91	8.88	6.83
20	,93	4.01	2.47
21	2,46	2.82	1.91
22	1,35	3.05	2.20
23	1,49	5.39	3.44
24	2,89	2.58	2.03
25	1,72	2.76	2.24
26	2,18	1.97	1.38
27	1,23	7.77	5.05
28	3,11	6.37	4.01
29	2,09	4.66	2.71
30	1,96	4.12	3.04

E-mail: cie.fii@unmsm.edu.pe
Teléfono: x
Calle Germán Amézaga N° 375, Lima 1 / Ciudad Universitaria
Facultad de Ingeniería Industrial
Página web: x

GRUPO 2

30 Muestras Pulidas - RESINA POWER FILL 2 IVOCLAR VIVADENT			
N°	*Ra (µm)*	*Rz (µm)*	*Promedio (µm)*
1	*,75*	*3.15*	*2.01*
2	*,86*	*11.14*	*8.52*
3	*2,86*	*6.86*	*4.61*
4	*,96*	*8.24*	*5.65*
5	*,80*	*4.25*	*3.07*
6	*1,70*	*7.10*	*5.15*
7	*,76*	*8.31*	*6.04*
8	*,90*	*8.75*	*6.33*
9	*,71*	*9.46*	*7.09*
10	*,21*	*2.46*	*1.55*
11	*3,39*	*6.65*	*5.02*
12	*1,64*	*3.15*	*2.40*
13	*2,52*	*4.05*	*3.29*
14	*,92*	*4.35*	*2.64*
15	*4,35*	*10.04*	*7.20*
16	*2,81*	*4.22*	*3.52*
17	*2,29*	*5.75*	*4.02*
18	*,96*	*4.37*	*2.67*
19	*3,84*	*9.53*	*6.69*
20	*,83*	*3.23*	*2.03*
21	*3,75*	*4.13*	*2.79*
22	*3,21*	*8.45*	*6.06*
23	*1,35*	*5.22*	*3.29*
24	*1,44*	*2.90*	*2.17*
25	*1,64*	*2.65*	*2.15*
26	*3,89*	*10.66*	*6.41*
27	*1,23*	*3.42*	*2.38*
28	*1,47*	*4.22*	*2.85*
29	*3,02*	*10.78*	*6.90*
30	*1,22*	*3.18*	*2.20*

Se expide la siguiente constancia para los fines que se considere necesario.



Mag. Víctor Rosales Urbano
Jefe del LMH
FII - UNMSM

E-mail: cie.fii@unmsm.edu.pe
Teléfono: x
Calle Germán Amézaga N° 375, Lima 1 / Ciudad Universitaria **Facultad de Ingeniería Industrial**
Página web: x