

RESISTENCIA COMPRESIVA DE 2 TIPOS DE RESINA FLUIDA EN ELEVACIÓN
DE MARGEN PROFUNDO A DIFERENTES ESPESORES RESTAURADOS CON
INCRUSTACIONES IMPRESAS EN RESINA 3D

INVESTIGADORES

Maira Alejandra Ovalle Rojas

Stefanny Prada Correa.

ASESOR CIENTÍFICO

Dr. Carlos Martinez Garnet

Odontólogo y especialista en Prostodoncia

ASESOR METODOLÓGICO

Dr. Camilo A. Romo Pérez

Odontólogo y magister en Epidemiología

Universidad del Magdalena

TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	
2.JUSTIFICACIÓN.....	
3.PROPÓSITO.....	
4.ANTECEDENTES.....	
5.MARCO TEÓRICO.....	
5.1. MARCO CONCEPTUAL.....	
5.2. MARCO HISTÓRICO.....	
5.2.1. Línea de tiempo de la evolución de los materiales para la elevación del	
margen profundo.....	
5.2.2. Línea de tiempo de la evolución de las restauraciones parciales	
adhesivas.....	
5.3. MARCO REFERENCIAL.....	
6.OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	
6.1. OBJETIVO GENERAL.....	
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	
7.ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	
7.1. Tipo de estudio:.....	
7.2. Objeto de estudio:.....	
7.3. Material objeto de estudio:.....	
7.4. Unidad de observación:.....	
7.5. Características de la muestra.....	
7.5.1. Población de estudio:.....	
7.5.2. Muestra:.....	
7.5.3. Criterios de selección	
7.5.4. Procedimiento.....	
7.5.5. Variables.....	
7.5.6. Lugar de investigación.....	
7.5.7. Archivo de datos y sistematización:.....	
8.ASPECTOS ÉTICOS.....	
9.ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	
10.RESULTADOS.....	
11.DISCUSIÓN.....	
12.CONCLUSIONES.....	
13.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	

1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La organización mundial de la salud (OMS) indica que casi la mitad de la población mundial (45% o 3,5 mil millones de personas) padecen enfermedades bucodentales,

siendo la caries dental una de las afecciones más frecuentes y con mayor prevalencia,(1)la cual al no ser tratada a tiempo puede llegar a comprometer la pulpa y/o extenderse subgingivalmente; sin embargo, estas afecciones subgingivales también suelen presentarse por fracturas, procesos de reabsorción y lesiones cervicales no cariosas (2)

Para proporcionar soluciones a esta problemática, se han implementado diferentes procedimientos, como el alargamiento quirúrgico de la corona y la extrusión ortodóntica. El objetivo del alargamiento de corona clínica es despejar el margen restaurativo del diente por medio de la reubicación del complejo periodontal hacia apical (3). Por otro lado, la extrusión ortodóntica tiene como objetivo realizar movimientos dentales en dirección coronal a través de la aplicación de fuerzas ligeras y continuas para provocar cambios en los tejidos blandos y del hueso(4).

Con el fin de encontrar una alternativa menos invasiva a los dos procedimientos mencionados anteriormente, se sugiere la elevación de margen profundo, que permite elevar o reposicionar los márgenes subgingivales en márgenes supragingivales utilizando materiales restaurativos, como la resina, para mejorar la adaptación marginal y la fuerza de unión (5). Dentro de las ventajas de la elevación de margen profundo están: menor tiempo clínico, disminución de los costos para el paciente y ser más conservadores (3). Aunque parece ser un procedimiento innovador, a lo largo del tiempo se han implementado diferentes tipos de materiales para realizar este procedimiento tales como la amalgama para realizar restauraciones de oro fundido (6), resina compuesta, cementos de ionómero de vidrio, cementos de resina y

cementos de ionómero de vidrio modificados con el fin de mejorar la adhesión, la biocompatibilidad y la durabilidad de los procedimientos (7).

Estos márgenes subgingivales pueden dificultar los procesos que involucran las restauraciones indirectas tales como, aislamiento, toma de impresión definitiva, cementación y posteriormente, afectar su durabilidad y relación con los tejidos periodontales (4).

Se debe tener en cuenta que cuando la lesión cariosa no invade el tejido conectivo los efectos negativos disminuyen y poder lograr salud periodontal. Sin embargo, al momento de restaurar, la distancia mínima debe ser de 3 mm entre el margen de la restauración y la cresta ósea (8).

La resina fluida se ha surgido como una opción de tratamiento para realizar este tipo de procedimientos debido a su fácil manipulación y fluidez dentro de la cavidad proximal. En la actualidad se ha venido mejorando la composición de este tipo de resinas para incrementar sus propiedades físicas y de esta forma aumentar su uso y asegurar su longevidad.

Pregunta de investigación

CUÁL ES LA DIFERENCIA ENTRE LA RESISTENCIA COMPRESIVA DE DOS TIPOS DE RESINA FLUIDA, CON RELLENO INORGÁNICO Y REFORZADA CON

FIBRA DE VIDRIO EN ELEVACIÓN DE MARGEN PROFUNDO A ESPESORES DE 1 Y 2MM EN DIENTES POSTERIORES?

2. JUSTIFICACIÓN

Durante la última década, la mayoría de los procedimientos dentales han evolucionado hacia un enfoque más conservador y la elevación del margen profundo

ha mostrado ser una alternativa mínimamente invasiva en restauraciones indirectas, haciendo de esta la primera elección para los odontólogos, dado que, las cavidades clase II generadas por caries con pérdida de superficies proximales y con márgenes subgingivales en dientes posteriores representa un desafío en el momento de su restauración (6). Dentro de los desafíos que hay en la práctica clínica con respecto a los márgenes subgingivales se encontró: limitación del acceso a la cavidad, dificultad para realizar aislamiento absoluto, ambiente húmedo con saliva, fluido crevicular y dificultad para la remoción de excesos de cemento (4,9).

Las restauraciones en amalgama fueron el primer material propuesto para realizar este tipo de procedimiento, seguidamente, se implementaron los cementos de ionómero de vidrio por medio de la "técnica de sándwich abierto", e introdujeron nuevos materiales, como los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina y actualmente esta técnica se realiza con resinas compuestas o fluidas la cuales, son un material con una adaptación interna superior a las empacables, obteniendo resultados satisfactorios predecible (10).

Debido a la sensibilidad en la técnica operatoria de las resinas convencionales que se colocan por capas para disminuir el factor C de contracción se ha implementado las resinas bulk (11). Estas resinas se clasifican en dos grupos, las resinas compuestas bulk-fill y las resinas bulk-fill flow, estas suelen tener una baja viscosidad es decir, son fluidas facilitando la colocación y adaptación en cavidades menos accesible, su contenido de relleno es más bajo, lo que hace que la superficie sea menos resistente al desgaste (12) y por otro lado, pensando en la resistencia a las fracturas, y la capacidad de carga se encuentran las resinas reforzadas con fibras las

cuales pueden resistir eficazmente las fuerzas oclusales, reforzar la estructura dental y detener la propagación de grietas (13),

La realización de una elevación del margen profundo requiere elegir el material adecuado para garantizar la durabilidad de las restauraciones. Actualmente, existen opciones como resinas con relleno inorgánico o resinas reforzadas con fibra de vidrio, pero no está claro cuál de estos materiales ofrece una mayor resistencia compresiva. Por ello, es fundamental evaluar las características mecánicas, como la resistencia compresiva, para determinar cuál de estos materiales es la mejor opción en esta técnica.

Este proyecto de investigación se enfocó en evaluar la mayor resistencia compresiva entre dos tipos de resina fluidas en cavidades a diferentes profundidades realizando una elevación del margen profundo

3. PROPÓSITO

El propósito de esta investigación in vitro es evaluar comparativamente la resistencia compresiva de dos resinas fluidas –una de relleno inorgánico convencional y otra reforzada con fibras cortas de vidrio– empleadas en la técnica de elevación profunda

de margen en cavidades Clase II restauradas con incrustaciones impresas en resina 3D. Para ello se utilizarán modelos dentales impresos con cavidades de 1 mm y 2 mm de profundidad, simulando márgenes subgingivales posteriores, y se analizará cómo varía el comportamiento mecánico de cada material con el espesor de la base. Identificar qué resina ofrece mayor fortaleza según el grosor aplicado es clínicamente relevante, pues una base más resistente contribuye a mejorar la distribución de las fuerzas oclusales y la integridad del sellado marginal (3,5,8). Estudios recientes confirman que las resinas fluidas reforzadas con fibras cortas presentan propiedades mecánicas superiores –por ejemplo, mayor resistencia compresiva y tenacidad– en comparación con resinas fluidas convencionales (13). De este modo, el propósito de esta tesis apoya la toma de decisiones restaurativas más predecibles y conservadoras en dientes posteriores con márgenes subgingivales, optimizando la selección del material de elevación de margen según su desempeño bajo carga y diferente espesor (11, 12, 32)

4.ANTECEDENTES

La elevación de margen profundo surgió como una alternativa conservadora ante las lesiones proximales profundas con margen subgingival. Tradicionalmente, estos casos se resolvían mediante procedimientos más invasivos, como el alargamiento de corona clínica o la extrusión ortodóntica. Sin embargo, en 1998, Dietschi y Spreafico

propusieron reposicionar coronariamente el margen gingival afectado mediante la colocación de composite adhesivo sobre la dentina profunda, técnica que marcó un cambio de paradigma en la restauración indirecta adhesiva (32).

Desde entonces, múltiples estudios han respaldado la DME como una opción mínimamente invasiva capaz de preservar el ancho biológico, reducir el tiempo clínico y disminuir los costos asociados en comparación con las técnicas quirúrgicas convencionales (3, 5). Además, esta técnica favorece el control del campo operatorio y permite un sellado marginal más predecible, lo que mejora la longevidad de las restauraciones indirectas (5, 26).

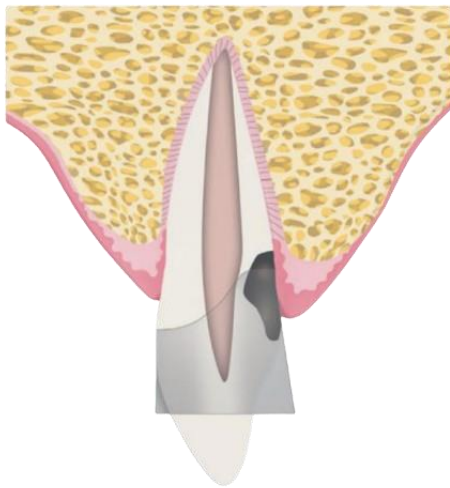
La literatura también ha confirmado que, siempre que se respete la distancia biológica aproximadamente 3 mm entre el margen restaurador y la cresta ósea, las restauraciones subgingivales realizadas mediante DME no comprometen la salud periodontal (26). A su vez, se han reportado resultados clínicos a largo plazo con altos índices de éxito ($\approx 96\%$ a 12 años) en restauraciones parciales adhesivas que emplearon esta técnica, lo que refuerza su confiabilidad y durabilidad (3, 5).

En el contexto material, la DME ha evolucionado junto con el desarrollo de resinas compuestas fluidas. Estas resinas, por su baja viscosidad y excelente capacidad de adaptación, permiten un manejo óptimo en cavidades profundas o de difícil acceso (11). Sin embargo, su menor módulo elástico y contenido de relleno pueden limitar la resistencia compresiva y la rigidez marginal, factores críticos en zonas posteriores sometidas a altas cargas oclusales (12).

Ante ello, surgieron nuevas formulaciones de resinas bulk-fill y resinas reforzadas con fibras cortas de vidrio, como *EverX Flow*, diseñadas para mejorar la resistencia mecánica y reducir la contracción de polimerización (13). Estas resinas combinan una adecuada fluidez con refuerzo estructural, lo que incrementa su resistencia compresiva y su capacidad de absorber y redistribuir las fuerzas oclusales (12, 13).

Diversas investigaciones han demostrado que la incorporación de fibras cortas de vidrio mejora significativamente las propiedades mecánicas —especialmente la resistencia a la fractura y la compresión— en comparación con resinas fluidas convencionales (13). Este avance material resulta clínicamente relevante, ya que las cargas oclusales en regiones posteriores son predominantemente de compresión, y un soporte restaurador débil podría comprometer la integridad marginal o inducir fallas bajo función masticatoria (9, 8).

En conjunto, la literatura muestra cómo la técnica de DME, introducida a finales de los años noventa (32), ha evolucionado gracias al desarrollo de nuevas generaciones de composites, pasando de materiales puramente estéticos y adhesivos a resinas estructuralmente reforzadas. Esta evolución justifica la importancia de evaluar su resistencia compresiva en condiciones controladas, como en el presente estudio in vitro, para optimizar la selección del material restaurador y garantizar un mejor desempeño clínico en restauraciones con márgenes subgingivales (11, 12, 13)



5. MARCO TEÓRICO

Defecto subgingival

Los defectos subgingivales son problemas dentales que ocurren debajo de los tejidos gingivales, particularmente asociado a caries extensas con destrucción coronal no radicular, restauraciones extensas con caries proximales que extienden más allá de la unión amelo cementaria (Figura 1).(14,15)

Figura1. Lesión cariosa cervical extensa más allá de la línea amelocementaria. Tomado de: Mente J, Hieber F, Sekundo C, Schuessler DL, Gehrig H. MTA Matrix Technique: Restoration of Teeth with Deep Subgingival Defects Extending Down to the Osseous Crest. J Adhes Dent. 2022; 24:269-278.(16)

Clasificación defecto subgingival

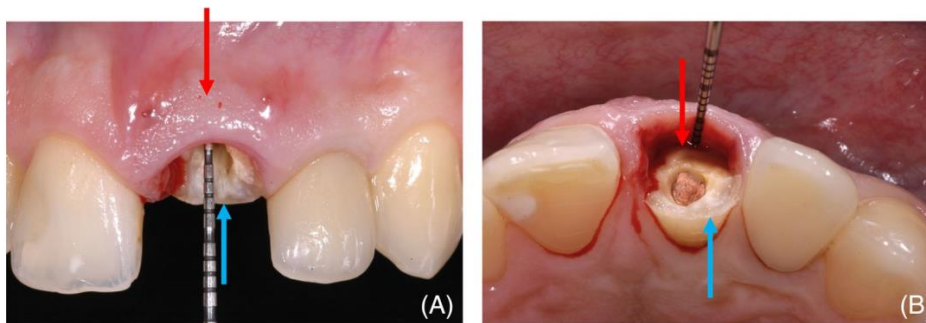
Veneziani(17) fue el pionero en proponer una clasificación y un algoritmo para la elección del tratamiento para pacientes con defectos dentales gingivales, basado en 2 parámetros: la posibilidad de realizar aislamiento absoluto con grapa y el cumplimiento del ancho biológico, clasificado en tres grados:

- **Grado 1:** Grapa correctamente sujeta en fondo de surco, es suficiente para mostrar el margen cervical con una cavidad adecuadamente preparada.(17)
- **Grado 2:** Grapa no permite un correcto aislamiento del campo, pero se respeta la anchura biológica (distancia entre margen e inserción conectiva > 2 mm, o entre margen y cresta ósea > 3 mm).(17)
- **Grado 3:** El margen cervical de la cavidad (tras lesiones cariosas o fractura coronal) es subgingival con violación de la anchura biológica (distancia entre el margen y la inserción conectiva < 2 mm, o entre el margen y la cresta ósea < 3 mm).(17)

Bulbuk et al.(18) basados en un prototipo de clasificación de defectos de tejido duro ubicados en la parte gingival proponen una clasificación de 7 categorías. Indicado que, si el fondo de la cavidad se encuentra sobre la encía, se coloca el signo "+" antes de la potencia del exponente. Si el fondo de la cavidad está debajo de la encía, el signo "-". Si el fondo de la cavidad se encuentra a nivel de inserción epitelial,

inscribimos la potencia del exponente "0" y el defecto de tejido duro se denota "C", arrojado la siguiente clasificación:

- El fondo de la cavidad C+3 está 3 mm o más por encima de la inserción epitelial
- El fondo de la cavidad C+2 está 2 mm por encima de la inserción epitelial
- El fondo de la cavidad C+1 está 1 mm por encima de la inserción epitelial
- El fondo de la cavidad C0 está al nivel de la inserción epitelial
- El fondo de la cavidad C-1 está 1 mm por debajo del nivel de la inserción epitelial



- El fondo de la

cavidad C-2 está 2 mm por debajo del nivel de la inserción epitelial

- El fondo de la cavidad C-3 está 3 mm o más por debajo del nivel de la inserción epitelial.

Fichera et al.(19) en un estudio reciente proponen una clasificación general de los dientes estructuralmente comprometido a nivel cervical, basado en la evaluación de la ubicación más apical de la estructura cervical residual a lo largo de todo el perímetro del diente y la ubicación más coronal de la estructura dental residual vestibular/lingual, con el fin de proporcionar respectivamente una perspectiva estandarizada de las características biológicas y biomecánicas del diente (Figura 2).

Figura 2. Debe realizarse una evaluación global de la estructura dental residual de los dientes muy comprometidos desde un punto de vista biológico y biomecánico, para

establecer la intervención correcta. Esto puede realizarse mediante una observación de 360° de toda la estructura dental residual. La evaluación biológica se basa en el sondaje y la evaluación radiográfica de la localización de la estructura cervical residual más apical (flechas rojas). En cambio, la localización más coronal de la estructura coronal residual bucal/lingual daría información sobre las características biomecánicas del pilar dental (flechas azules). Ambas evaluaciones orientarían la elección del clínico hacia el mejor enfoque operativo para mantener el elemento dental. Tomado de : Fichera G, Mazzitelli C, Picciariello V, Maravic T, Josic U, Mazzoni A, et al. Structurally compromised teeth. Part I: Clinical considerations and novel classification proposal. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. 2024 Jan 24;36(1):7–19. (19)

Tejido Supra Crestar Insertado

Es la distancia establecida desde el epitelio de unión y el tejido conectivo que se adhiere a la superficie de la raíz de un diente. Actúa como un sello natural que protege al diente de infecciones y enfermedades.(20) La dimensión normal es de 2,04 mm en promedio. Fue acuñado por primera vez por Walter Cohen y descrito por Ingber et al.(21) en 1977. Las dimensiones, así como la relación de la unión dentogingival (UGD) en humanos fueron descritas por Gargiulo et al.(22) Se registraron las mediciones de cuatro componentes dentogingivales diferentes, a saber, la cresta alveolar, la inserción del tejido conectivo, el epitelio y la profundidad del surco, lo que reveló una relación interproporcional definida. Según sus hallazgos, las dimensiones promedio incluyen una profundidad histológica media del surco de 0,69 mm con una inserción del epitelio (epitelio de unión) de 0,97 mm (0,71-1,35 mm) y una inserción supraalveolar del tejido conectivo de 1,07 mm (1,06-1,08 mm) (Figura 3). Por lo tanto,

el ancho total es de 2,04 mm (1,77 a 2,43 mm), lo que se conoce como el ancho biológico y es necesario para mantener la salud periodontal y eliminar los problemas que podrían dañar el área periodontal, como las restauraciones protésicas.

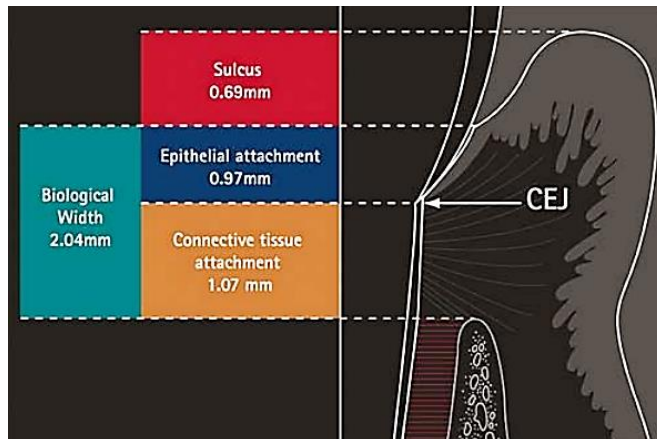


Figura 3. Ancho biológico. Tomado de: Nagaraj KR, Savadi RC, Savadi AR, Prashanth Reddy GT, Srilakshmi J, Dayalan M, et al.

Gingival biotype — Prosthodontic perspective. The Journal of Indian Prosthodontic Society. 2010 Mar 5;10(1):27–30.(23)

Efecto ferrule

El Ferrule se ha definido como un collar metálico de 360 grados de la corona rodeada por paredes paralelas de la dentina que se extiendiéndose coronalmente al hombro de la preparación. El efecto ferrule describe como una banda que extiende la dimensión externa de una estructura dental residual. Debe existir una estructura dental de 2 mm para permitir un efecto ferrule (Figura 4).(24) No existe una correlación precisa en restauraciones parciales adhesivas frente al ferrule y los márgenes gingivales.

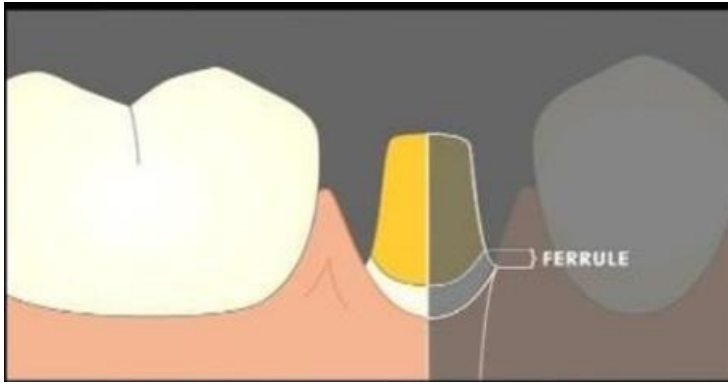


Figura 4. Efecto ferrule.

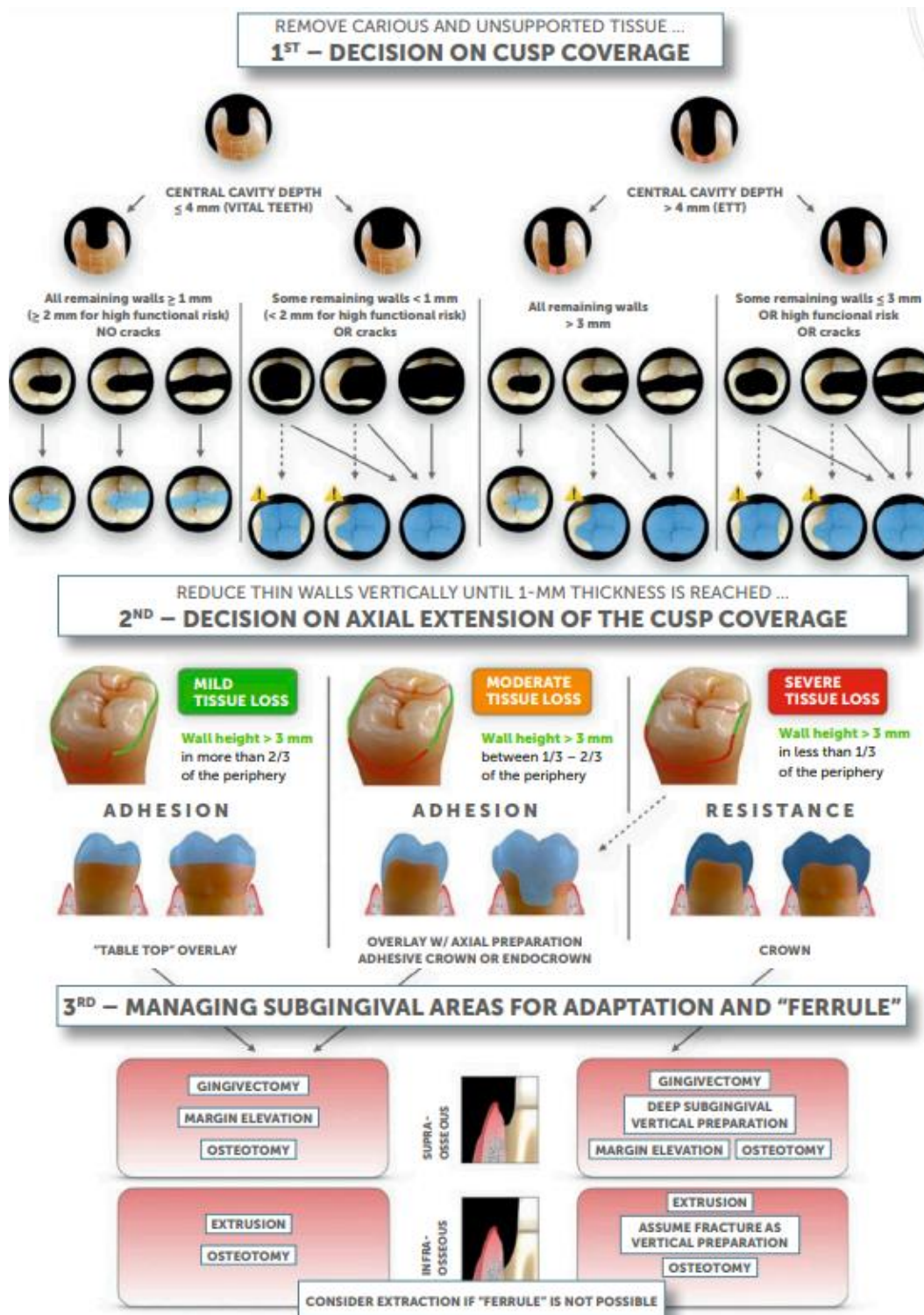
Tomado de Assiri AYK, Saafi J, Al-Moaleem MM, Mehta V. Ferrule effect and its importance in restorative

dentistry: A literature Review. J Popul Ther Clin Pharmacol. 2022 Jan 1;29(4): e69–82.(24)

Manejo de márgenes subgingivales según el tipo de restauración

Las zonas subgingivales pueden estar presentes por diversas razones. Suelen estar causadas por caries o fracturas y, con menor frecuencia, por procesos de reabsorción y lesiones cervicales no cariosas. No obstante, siempre que la extensión de las lesiones no comprometa la viabilidad del diente (posibilidad de crear un diseño de «ferrule»), estas zonas pueden tratarse con éxito con diferentes estrategias. Para ello se debe realizar el siguiente análisis (Figura 5)(25):

- Analizar y determinar si restauración es adhesiva o resistiva, basándose en la altura vertical de las paredes remanentes por periferia dentaria.(25)
- Que estrategia utilizar para manejar las áreas subgingivales o ganancia “ferrule”, dependiendo de la profundidad de la lesión: supra ósea o infraósea. Lo anterior conlleva a que las áreas a menudo se pueden transformar en áreas supragingivales con la eliminación de tejido periodontal (gingivectomías u



osteotomías) y/o con técnicas de reubicación de márgenes con el objetivo de crear un nuevo margen accesible (Tabla 1).(25)

Figura 5. Flujograma de toma decisiones para dientes posteriores para cobertura de cúspides, extensión axial y manejo subgingival. Tomado de: Cardoso JA, Almeida PJ, Negrão R, Oliveira JV, Venuti P, Taveira T, et al. Clinical guidelines for posterior restorations based on Coverage, Adhesion, Resistance, Esthetics, and Subgingival management. The CARES concept: Part I – partial adhesive restorations. Int J Esthet Dent. 2023 Jul 18;18(3):244–65. (26)

Supraóseo Infraóseo

Opciones de gestión del margen subgingival y principales indicaciones en dientes posteriores

		Gingivectomía	La extirpación selectiva del tejido blando puede proporcionar espacio para los instrumentos de retracción y aislamiento para un acceso marginal adecuado
		Osteotomía.	La extracción de hueso para permitir un margen accesible tras la cicatrización presenta problemas potenciales: - Pérdida de papila en la zona interproximal que causa impactación de alimentos - Pérdida de hueso para la futura colocación de implantes en casos extremos.
		Elevación del margen	Indicado si el análisis estructural global sugiere una restauración adhesiva parcial, aunque también podría utilizarse en coronas -Puede permitir una ganancia más fácil en el diseño de la férula con encaje subgingival sin una preparación excesiva del diente
		Preparación vertical subgingival	-Indicado si el análisis estructural global sugiere una restauración resistiva de contorno completo -Evaluar y gestionar el riesgo periodontal
		Asumir margen vertical de fractura	Indicado en márgenes subgingivales creados por fracturas oblicuas que no comprometen la viabilidad del diente o un diseño de «Ferrule», sin tejido cariado, y donde puede restablecerse un nuevo complejo dentogingival; luego, proceder a la restauración definitiva a menudo está indicada una corona de preparación vertical resistiva.
		Extrusión	La extrusión quirúrgica u ortodóncica está indicada siempre que se necesite más diseño adicional de «férula», permitiendo

Tabla 1. Opciones de tratamiento de los márgenes subgingivales supraóseos o infraóseos. Tomado de: Cardoso JA, Venuti P, Dias NS, Oliveira JV, Bastos J, Henriques R. Clinical guidelines for posterior restorations based on Coverage, Adhesion, Resistance, Esthetics, and Subgingival management. The CARES concept: Part III – subgingival margins, “ferrule” design, and posts in severely compromised teeth. Int J Esthet Dent. 2024 Jan 29;19(1):14–33.(26)

Alargamiento coronal

Introducido por primera vez por Cohen en 1962, es un procedimiento quirúrgico diseñado para aumentar la cantidad de estructura dental supragingival por motivos restaurativos y/o estéticos. El alargamiento de corona convencional, la cantidad de eliminación ósea (típicamente 3-4 mm) se determina utilizando los márgenes de la corona existentes o la unión amelocementaria de un diente no restaurado como punto de referencia para crear espacio para la inserción del tejido supracrestal.(27,28)

La cirugía de alargamiento de corona se puede clasificar como funcional o estética. El alargamiento de corona funcional se refiere a la exposición de caries y fracturas subgingivales. Mientras que el alargamiento de corona estético realiza en los sextantes anteriores y se centra en el tratamiento de la exposición gingival excesiva causada por la erupción pasiva retrasada. Este procedimiento estético corrige la apariencia de coronas clínicas cortas con preservación del ancho biológico.(29)

Indicaciones de alargamiento de corona

Las indicaciones para el alargamiento de la corona incluyen abordar las necesidades restaurativas, como obtener acceso a caries subgingivales, adquirir una ferrule para restauraciones y reubicar los márgenes de la restauración que afectan el ancho biológico. Otras indicaciones incluyen aumentar la altura clínica de la corona perdida debido a caries, fracturas o desgaste y acceder a una perforación en el tercio coronal de la raíz. Las preocupaciones estéticas como dientes cortos, contornos gingivales desiguales y una sonrisa gingival también se pueden resolver mediante el alargamiento de la coronal.(29)

Contraindicaciones del alargamiento de corona

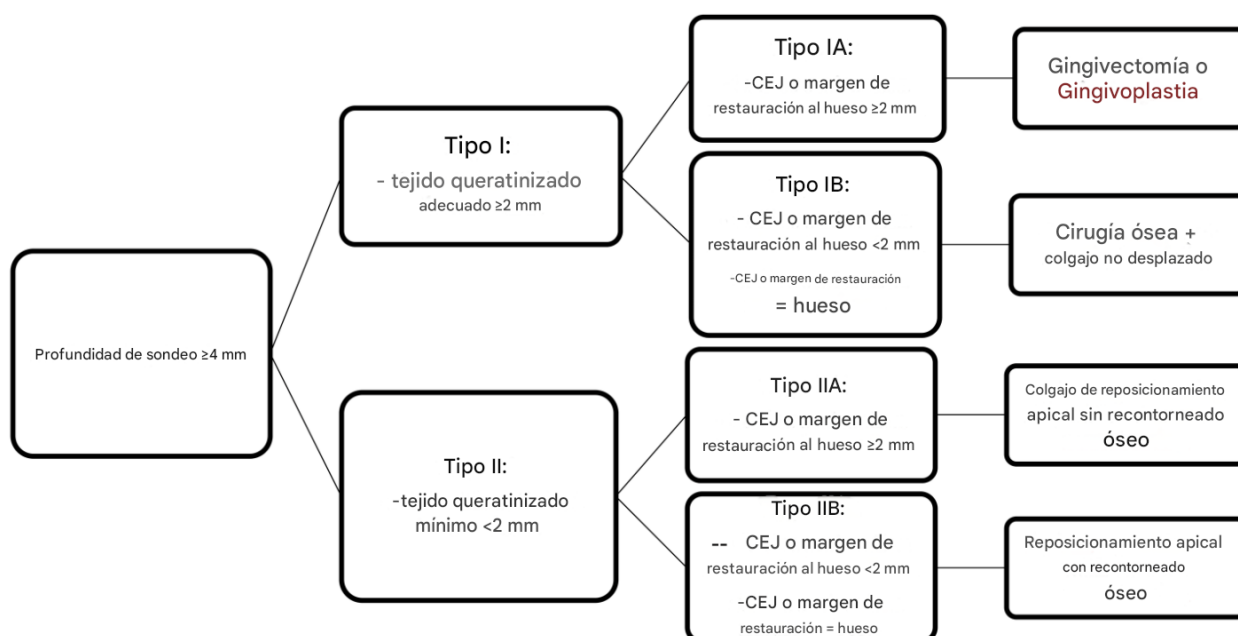
Las contraindicaciones para el alargamiento de la corona incluyen una relación corona-raíz inadecuada (normal 1:2), no restaurable resultado de caries o fracturas radiculares, compromiso estético, alta afectación de la furca y baja previsibilidad de los resultados. El alargamiento de la corona también está contraindicado en casos con una relación diente-arco inadecuada, posible compromiso del periodonto adyacente o la estética, espacio restaurador insuficiente, higiene oral del paciente, antecedentes de enfermedad periodontal y proximidad radicular.(29,30)

Alargamiento coronal funcional

El alargamiento funcional de la corona se realiza para evitar el impacto en el ancho biológico, facilitar la creación de un efecto de ferrule, revelar caries subgingivales y fracturas radiculares y mejorar la cantidad de estructura dental supragingival para mejorar la retención de futuras restauraciones. Dependiendo de los hallazgos clínicos y radiográficos, se pueden emplear cinco enfoques para este procedimiento (Figura 6)(29):

- **Primer enfoque:** Diente con una profundidad de sondaje de ≥ 4 mm y suficiente encía queratinizada, se realiza una gingivectomía o gingivoplastia.(29)

- **Segundo enfoque:** La encía queratinizada es insuficiente, se utiliza un colgajo posicionado apicalmente.(29)
- **Tercer enfoque:** eliminación de hueso es necesaria para establecer el ancho biológico, se indica un colgajo posicionado apicalmente con cirugía ósea.(29)



- **Cuarto enfoque:** En los casos en los que la preservación de las estructuras adyacentes y las papilas interdentes es crucial, como en el caso de un diente fracturado en la región anterior, se realiza una erupción forzada de ortodoncia, potencialmente seguida de un alargamiento de la coronal.(29)
- **Quinto enfoque:** el alargamiento de la corona daría como resultado una relación corona-raíz desfavorable o causaría más daño al periodonto circundante de los dientes vecinos, se recomienda la extracción, y se considera un reemplazo de implante dental.(29)

Figura 6. Enfoques alargamiento coronal funcional. Tomado de: Qali M, Alsaegh H, Alsaraf S. Clinical Considerations for Crown Lengthening: A Comprehensive Review. Cureus. 2024. (29)

Elevación de margen profundo

La elevación del margen profundo o reubicación del margen coronal (DME) es un procedimiento utilizado para elevar o reposicionar los márgenes subgingivales en márgenes supragingivales utilizando varios materiales para aumentar la integridad marginal y la fuerza de unión.(31) Fue propuesto por Dietschi y Spreafico(32) en 1998 con el objetivo de resolver problemas asociados con restauraciones subgingivales.

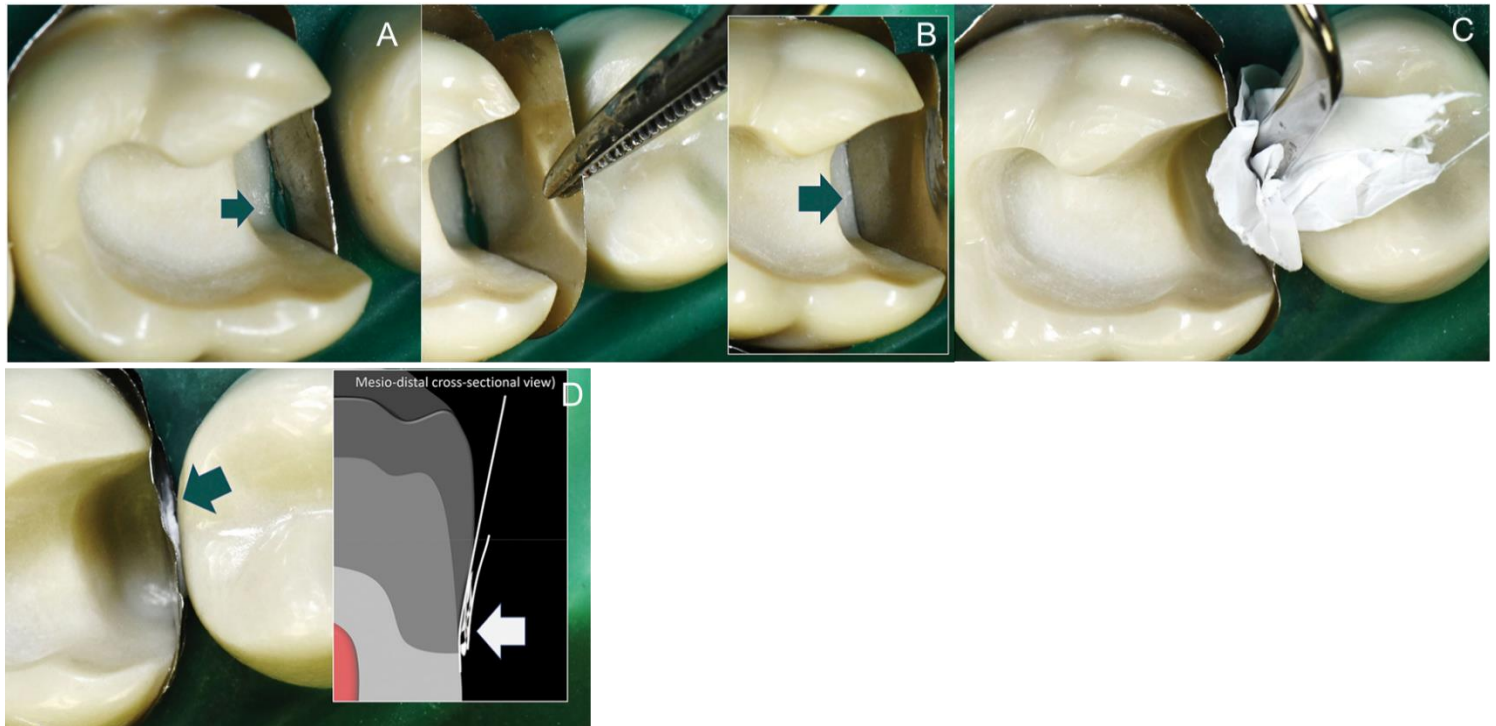
La DME está dirigido a restaurar caries subgingivales con restauraciones indirectas y procedimientos restaurativos semidirectos o directos siguiendo la misma técnica, incluido el sellado de dentina inmediato. La técnica se centra en el aislamiento local del margen profundo mediante el uso de una matriz circunferencial modificada.(33,34)

Procedimiento elevación de margen profundo

Para el éxito de la DME se recomienda los siguientes pasos:

1. Evaluar la situación preoperatoria: extensión de la lesión cariosa o grieta, proximidad pulpar, distancia futuro margen terapéutico desde la cresta ósea y preparación subgingival. Para lo cual se requiere la medición de la profundidad del sondaje, el sondeo óseo y las radiografías periapicales antes de realizar el procedimiento.(15,33)
2. Recorte banda de matriz circunferencial utilizando tijeras para disminuir su altura y aumentar su curvatura (Figura 6). Las dimensiones de la matriz deben ser mayores que el nivel de elevación deseado pero lo suficientemente estrechas por lo que usualmente la altura de la matriz se reduce de 2 a 3 mm, permitiendo su deslizamiento subgingival proporcionado el selle del borde de manera más efectiva. Se debe tener presente que la DME se puede realizar

en todos los casos de lesiones proximales profundas cuando se cumplen los siguientes criterios: primero, el campo de trabajo debe estar completamente aislado. Segundo, la matriz debe aislar los márgenes con precisión y asegurar un sellado perfecto alrededor de ellos. Tercero, el compartimento conectivo del ancho biológico no debe ser violado por la matriz. Cuando se cumplen dichas condiciones, se elimina la lesión cariosa y se aplica una matriz circunferencial de acero inoxidable alrededor del diente para sellar el margen cervical. En caso de lesiones cariosas localizadas extremadamente profundas el tejido cariado profundo a menudo se mantiene para ayudar en la instalación de la matriz, que posteriormente se elimina utilizando puntas ultrasónicas con superficies distales lisas y mesiales gruesas colocadas entre los márgenes de la cavidad y la matriz, se debe utilizar el DME cuando sea posible previo al tratamiento endodóntico mejorando el aislamiento durante la terapia endodóntica. La inestabilidad es igual al fracaso de la técnica y, en ese caso, el plan de tratamiento debe reconsiderarse. Otra opción en caso de dichas lesiones profundas es el uso de la técnica de "matriz dentro de una matriz" en la que se inserta una matriz seccional verticalmente en el área subgingival a través de una matriz Tofflemire o Apis aflojada; Al llegar al nivel más profundo del defecto se fija la matriz de Tofflemire o Apis. Luego se inserta una cuña con una



anatomía 3D adecuada. Si la cuña afecta el perfil de la matriz se puede colocar teflón en su lugar (Figura 7).(15,33,34)

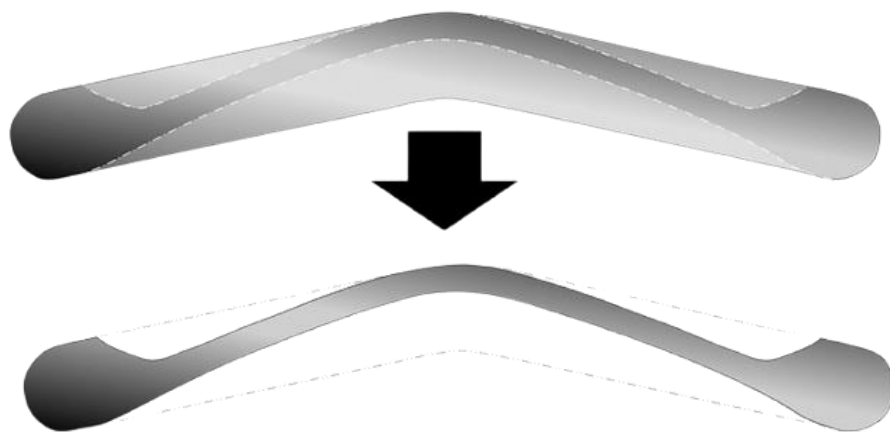
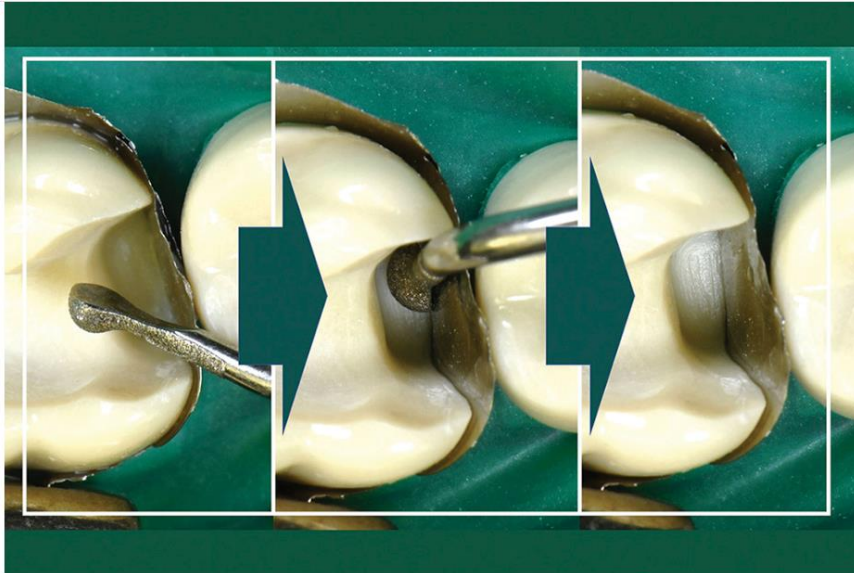


Figura 6. Banda de matriz circunferencial, modificación de la banda matriz Tofflemire.

Tomado de: Magne P. M-i-M for DME: matrix-in-a-matrix technique for deep margin elevation. J Prosthet Dent. 2023 Oct;130(4):434–8. (34)

Figura
de
dentro
de
matriz



7. Técnica
"matriz
de una
matriz". A.
Inserción
banda de

circunferencial modificada; B. Colocación de matriz adicional entre diente y banda circunferencial. C. Inserción de teflón entre las dos matrices; D. Cinta de teflón entre las dos bandas de matriz asegurando el sellado (Vista sección transversal). Tomado de: Magne P. M-i-M for DME: matrix-in-a-matrix technique for deep margin elevation. J Prosthet Dent. 2023 Oct;130(4):434–8. (34)

3. Eliminación de la sangre o residuos mediante la limpieza del margen gingival con un instrumento oscilantes (por ejemplo, puntas Hemisphere o Prep Ceram, KaVo) o fresa de diamante fina rociadas generosamente con agua, secado y verificación de márgenes sellados sin ningún líquido o sangrado (Figura 8)

Figura 8. Eliminación de residuos con instrumento oscilante hemispherical. Tomado de: Magne P. M-i-M for DME: matrix-in-a-matrix technique for deep margin elevation. J Prosthet Dent. 2023 Oct;130(4):434–8. (34)

4. Se recomienda la aplicación de un sellador dentinario inmediato a la preparación, en caso de utilizar un sellador dentinal sin relleno es imperativo la aplicación de una capa suplementaria de resina de baja viscosidad. Seguido se aplicará una base de resina compuesta que elevará el margen aproximadamente 2 mm, la cual puede ser resina fluida, condensable o combinación de ambas. En el caso de composites microhíbridos o nanohíbridos, se sugiere precalentar para eliminar los espacios entre capas y facilitar la colocación. La cantidad de composite debe ser la mínima necesaria para la elevación. El composite también se puede utilizar para corregir la geometría y eliminar socavaduras (Optimización del diseño de la cavidad). Se recomienda la polimerización final a través de gel de glicerina para eliminar la capa de inhibición de oxígeno (bloqueo de aire). Se recomienda fotopolimerizar cada incremento durante 20 segundos y 10 segundos adicionales después de bloquear el aire con glicerina (Figura 9). (15,33,34)

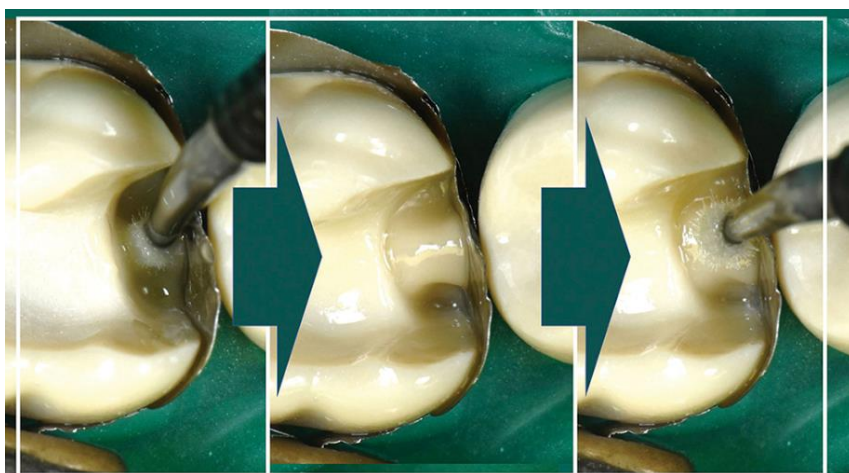


Figura 9. Colocación de resina elevación de margen. Tomado de: Magne P. M-i-M for DME: matrix-in-a-matrix technique for deep margin elevation. J Prosthet Dent. 2023 Oct;130(4):434–8. (34)

5. Se remueven los matices, se preparan y pulen los márgenes mediante el uso de tiras de pulido y discos flexibles. El exceso de resina se puede eliminar mediante una hoja de bisturí n°12 o un raspador falciforme y se verifican la continuidad de los bordes con seda dental. Toma de radiografía de aleta de mordida para verificar la presencia de salientes o espacios. Realización de restauración definitiva (Figura 10). (15,33,34)

Figura 10. Acabado y finalización. A. Preparación de margen y pulido. B Remoción de excesos. D Elevación de margen profundo finalizado. Tomado de: Magne P. M-i-M for DME: matrix-in-a-matrix technique for deep margin elevation. J Prosthet Dent. 2023 Oct;130(4):434–8. (34)

5.2 MARCO HISTÓRICO

5.2.1. Línea de tiempo de la evolución de los materiales para la elevación del margen profundo



Periodo	Tipo de material	Avance tecnológico principal	Impacto clínico y relevancia	Referencia
1980	Composites	Introducción	Mejora en las	32

	híbridos convencionales	de resinas compuestas con partículas de relleno híbrido, mejorando la estética y resistencia respecto a los composites microfill.	propiedades mecánicas, aunque con alta viscosidad que limitaba su adaptación en márgenes profundos.	
1998	microhíbridos adhesivos	introducen la técnica de <i>Deep Margin Elevation (DME)</i> utilizando resinas adhesivas para elevar márgenes subgingivales.	Inicio del abordaje adhesivo conservador como alternativa al alargamiento de corona o extrusión ortodóntica.	32
2000	Resinas fluidas (Flowable composites)	Desarrollo de resinas con partículas nanométricas y menor viscosidad, mejorando su adaptación marginal.	Facilitan el manejo clínico en zonas profundas, aunque con limitaciones en resistencia compresiva.	11. 12
2010–2015	Resinas Bulk-Fill	Incorporación de monómeros modificados y rellenos optimizados que permiten curado profundo (4–5 mm).	Mayor eficiencia clínica y menor contracción de polimerización, adecuadas como base en DME.	12

2015-2020	Resinas fluidas reforzadas con fibras cortas de vidrio	Inclusión de fibras de vidrio ($\approx 22-25\%$) para mejorar el módulo elástico, la resistencia compresiva y la tenacidad.	Mejora la durabilidad de la base restauradora y la distribución de fuerzas en restauraciones indirectas.	13
2020-2024	Integración de composites con restauraciones digitales	Combinación de materiales de DME con incrustaciones impresas en resina 3D mediante tecnología CAD-CAM y manufactura aditiva.	Mayor precisión marginal, compatibilidad adhesiva y tratamientos más conservadores y predecibles.	3, 5, 8.

5.2.2. Línea de tiempo de la evolución de las restauraciones parciales adhesivas

Periodo	Tipo de material	Avance tecnológico principal	Impacto clínico y relevancia	Referencia
1980	Restauraciones indirectas en cerámica feldespática y resinas híbridas	Introducción de técnicas adhesivas con grabado ácido y resinas de cementación dual.	Inicia la era de la adhesión dentinaria; mejora la retención y la conservación estructural.	32
	Inlays y onlays cerámicos / composites indirectos	Avances en sistemas adhesivos y en cementos resinosos fotopolimerizables.	Se reduce la necesidad de retención mecánica; mayor preservación de la estructura dental sana.	32, 26
1990	Restauraciones parciales adhesivas CAD/CAM (cerámica vítrea, disilicato de litio)	Digitalización del diseño y fresado de restauraciones indirectas.	Mejora la precisión marginal y la estética; surge el concepto de odontología digital	3, 5
2010, 2015	Restauraciones parciales en composite indirecto y resinas nano-híbridas	Introducción de composites de laboratorio con alta carga inorgánica y refuerzo de matriz.	Aumenta la resistencia compresiva y la durabilidad; opción conservadora frente a cerámicas rígidas.	12, 13
2015-2020		Integración de materiales de	Mejora la restauración	3, 5, 8

	Restauraciones parciales adhesivas integradas con técnicas de DME	elevación de margen con sistemas adhesivos de alto rendimiento.	de márgenes subgingivales y la longevidad de las restauraciones parciales.	
2020-2024	Restauraciones parciales impresas en resina 3D / híbridos cerámico-poliméricos	Uso de tecnologías CAD–CAM y manufactura aditiva con materiales fotopolimerizables.	Restauraciones más precisas, conservadoras y personalizadas ; reducción de tiempos clínicos.	3, 8, 11

5.3. MARCO REFERENCIAL

El desarrollo de la odontología adhesiva ha permitido la consolidación de técnicas restauradoras conservadoras que buscan preservar la mayor cantidad posible de estructura dental sana, manteniendo al mismo tiempo la función, la estética y la durabilidad clínica de las restauraciones. Dentro de este enfoque, la técnica de elevación de margen profundo se ha establecido como una alternativa efectiva frente a procedimientos quirúrgicos más invasivos, como el alargamiento de corona o la extrusión ortodóntica (3, 5, 32).

Fundamentos teóricos y clínicos de la DME

La DME fue descrita por Dietschi y Spreafico (1998) como una técnica adhesiva destinada a reposicionar coronariamente un margen subgingival mediante la aplicación de material restaurador sobre la dentina profunda (32). Su objetivo principal es facilitar el aislamiento, mejorar el control del campo operatorio y permitir la correcta adhesión de restauraciones indirectas. Estudios recientes han confirmado que, cuando se respetan los principios biológicos como mantener un espacio libre de

aproximadamente 3 mm respecto al ancho biológico, la DME no compromete la salud periodontal ni induce inflamación gingival significativa (3, 5, 26).

El principio biomecánico de la DME se basa en crear una base restauradora adhesiva que redistribuya de manera homogénea las fuerzas oclusales, disminuya el riesgo de fractura marginal y proporcione un soporte adecuado para las restauraciones indirectas posteriores. Esta técnica, además, reduce la necesidad de remoción tisular y evita el trauma quirúrgico asociado al alargamiento coronario, preservando la estética y la integridad del periodonto (5, 26).

Evolución de los materiales para DME

La elección del material para la elevación del margen profundo es determinante en el comportamiento biomecánico de la restauración. En un inicio, se empleaban composites híbridos convencionales, cuya viscosidad dificultaba su manipulación en cavidades subgingivales (32). Posteriormente, la introducción de resinas fluidas (flowables) permitió una mejor adaptación marginal debido a su baja viscosidad y capacidad de penetrar en áreas de difícil acceso (11, 12).

No obstante, las resinas fluidas tradicionales presentan un menor módulo elástico y resistencia compresiva en comparación con los composites más cargados, lo que puede influir en el desempeño clínico en zonas posteriores sometidas a elevadas cargas masticatorias (12). Para mejorar estas limitaciones, surgieron las resinas bulk-fill, con una mayor profundidad de curado y una matriz orgánica modificada que reduce la contracción por polimerización (11, 12).

Más recientemente, las resinas fluidas reforzadas con fibras cortas de vidrio han demostrado una resistencia compresiva y tenacidad significativamente superiores a las resinas fluidas convencionales, debido al efecto de refuerzo tridimensional que proporcionan las fibras dentro de la matriz resinosa (13). Este tipo de material combina la fluidez necesaria para lograr una excelente adaptación con una estructura interna más rígida, capaz de absorber y redistribuir las tensiones compresivas durante la función oclusal.

Marco conceptual y científico del estudio

En el contexto de la rehabilitación oral, la resistencia compresiva es una de las propiedades mecánicas más relevantes para predecir el comportamiento clínico de un material restaurador. En restauraciones parciales adhesivas y márgenes subgingivales, esta resistencia determina la capacidad del material de base para soportar las cargas oclusales y prevenir la deformación o fractura del sistema restaurador (8, 13).

Estudios comparativos han evidenciado que las resinas fluidas reforzadas presentan valores más altos de resistencia compresiva y resistencia a la fractura en comparación con las resinas convencionales, especialmente cuando se emplean en capas de espesores controlados (11–13). Estos hallazgos justifican la importancia de evaluar el comportamiento mecánico de distintos tipos de resinas y espesores en la técnica de DME, tal como lo plantea el presente estudio.

Además, la incorporación de incrustaciones impresas en resina 3D representa una evolución en la rehabilitación adhesiva moderna, al permitir una mayor precisión en la adaptación marginal, reducción de microfiltraciones y posibilidad de personalización digital del ajuste oclusal (3, 5, 8). La integración de estos avances digitales con materiales restauradores optimizados ofrece un campo prometedor para la odontología restauradora contemporánea, en busca de procedimientos más conservadores, duraderos y estéticamente integrados.

En suma, este marco referencial establece que la técnica de elevación de margen profundo, combinada con el uso de resinas fluidas modernas y restauraciones digitales, constituye una estrategia restauradora respaldada por evidencia científica actual. Evaluar su resistencia compresiva en diferentes espesores permite profundizar en la comprensión de su comportamiento biomecánico, aportando datos clínicamente relevantes para la toma de decisiones en rehabilitación oral adhesiva (3, 5, 8, 11–13, 26, 32).

6. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la resistencia compresiva de dos tipos de materiales restauradores de baja viscosidad en dientes con defectos de márgenes profundos de 1 mm y 2mm restaurados con incrustaciones en resina impresas.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la resistencia compresiva de la resina fluida reforzada con fibra de vidrio realizando una elevación de margen en dientes con defectos de

márgenes profundos 1mm y 2mm restaurados con resina impresa 3D, utilizando máquina universal de ensayos (INSTROM)

- Determinar la resistencia compresiva de la resina fluida con partículas de vidrio realizando una elevación de margen en dientes con defectos de márgenes profundos 1mm y 2mm restaurados con resina impresa 3D, utilizando máquina universal de ensayos (INSTROM)
- Comparar la resistencia compresiva entre la resina fluida de partículas de vidrio y resina fluida reforzada con fibra realizando una elevación de margen en dientes con defectos de márgenes profundos 1mm y 2mm restaurados con resina impresa 3D

7. ASPECTOS METODOLÓGICOS:

7.1 Tipo de estudio

Estudio de investigación , cuantitativa, experimental, comparativa, *In-vitro* .

7.2 Objeto de estudio

Resistencia compresiva de las resinas reforzada con fibra de vidrio y resina con partículas de vidrio realizando una elevación de margen en dientes con defectos de márgenes profundos 1mm y 2mm

7.3 material objeto de estudio

resinas de baja viscosidad

7.4 Unidad de observación

Unidad de fuerza: N (Newton)

7.5 Características de la muestra

7.5.1 población de estudio

dientes impresos con cajuelas de 1mm y 2mm de profundidad, en primeros premolares superiores

7.5.2 muestra

48 muestras divididos en 4 grupo compuestos de 12 muestras cada grupo

El tamaño de la muestra se determinó por medio de G*Power v. 3.1.6 teniendo en cuenta un efecto de error 0.8, una potencia de 80% y una confianza del 95%, obteniendo una muestra de N=48 divididos en 4 grupos de la siguiente manera:

- Grupo 1: dientes con cajuelas de 1mm de profundidad, realizando la reconstrucción con resina reforzada con fibra.
- grupo 2: dientes con cajuelas de 2mm de profundidad, realizando la reconstrucción con resina reforzada con fibra
- grupo 3: dientes con cajuelas de 1mm de profundidad, realizando la reconstrucción con la resina de partículas de vidrio
- grupo 4: dientes con cajuelas de 2mm de profundidad, realizando la reconstrucción con la resina de partículas de vidrio

7.5.3 criterios de selección

7.5.3.1 criterios de inclusion

- dientes diseñados asistidos por computadora
- dientes con cavidades de 1 mm y 2 mm de profundidad proximal debajo de la unión amelocementaria

7.5.3.2 Criterios de exclusión:

- Restauraciones con burbujas
- Restauraciones sobrecontorneadas
- Defectos en el fresado de los modelos
- Desviaciones en el protocolo de fotopolimerización

7.5.4 Procedimiento

El presente estudio fue de tipo experimental in-vitro, de la línea de investigación biomateriales y procesos de laboratorio dental, realizado en el laboratorio de la Fundación Universitaria CIEO-UniCIEO

Como muestra inicial se utilizó un primer premolar superior derecho de ivorina el cual fue preparado para realizar la elevación del margen profundo. Esta preparación fue revisada y aprobada por el Dr. Carlos Martinez especialista en prostodoncia quien verificó que cumpliera con las dimensiones requeridas para realizar la elevación del margen profundo y la restauración inlay. Posteriormente, se escaneó la preparación y se obtuvo un archivo STL, a partir del cual se imprimieron dos muestras con la preparación dental

1. preparación del diseño del prototipo clase II en diente de ivorina con fresa [852F.FG.014](#) y 846KRF.FG.018

Fig. 11 Diseño de prototipo



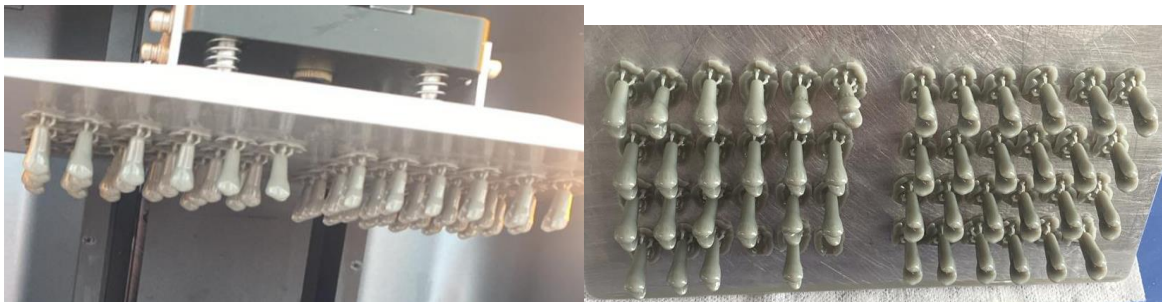
2. escaneo y archivo STL

Fig. 12 Archivo STL del prototipo



3. Impresión de prototipo en resina de impresión Protec DM020 Model

Fig. 13 Impresion de muestras



4. Tratamiento de superficie del prototipo mediante Óxido de Aluminio 50 micras a 2,5 bares de presión



FIG. 14 arenado del diente impreso

5. desmineralización con ácido de ortofosfórico al 37% y lavado

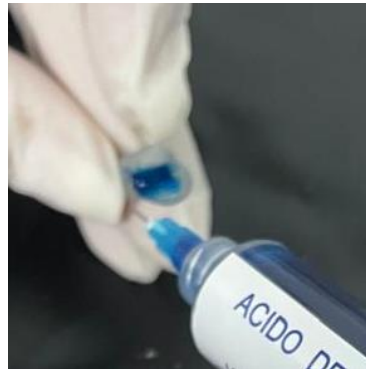


FIG. 15 Aplicación de acido ortofosforico a la muestra

6. elevación de margen profundo con resina bulk fill flow y resina ever X flow



FIG.16 Elevación del margen profundo

7. escaneo de los 48 muestras con elevación del margen y diseño de la restauración

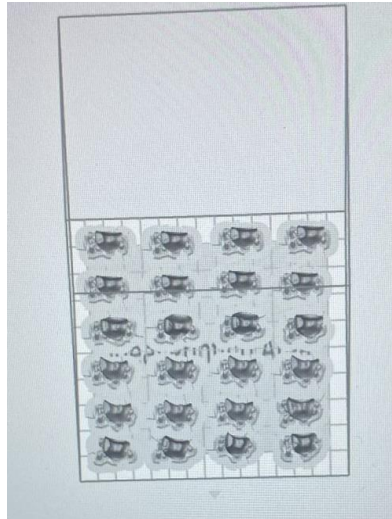


Fig. 17 Diseño de las restauraciones definitivas

8. Calibración de resinas de impresión 3D (VarseoSmileCrown plus de Bego)



Fig. 18 Calibración de la impresora

9. impresión de la restauración mediante estereolitografía con impresora shining 3D



Fig.19 impresión de la restauración definitiva

10. Cementación con cemento autoadhesivo Relyx U 200 y pulido y brillo de la restauración.



Fig. 20 Cementación, pulido y brillo de la restauración definitiva

11. Encofrado de prototipo enacrílico transparente 3 mm debajo de la elevación del margen realizando la simulación de la cresta alveolar



Fig. 21 Encofrado de las muestras

12. Evaluación de la resistencia compresiva mediante la norma ISO 604 en una máquina universal de ensayos Instron 3366

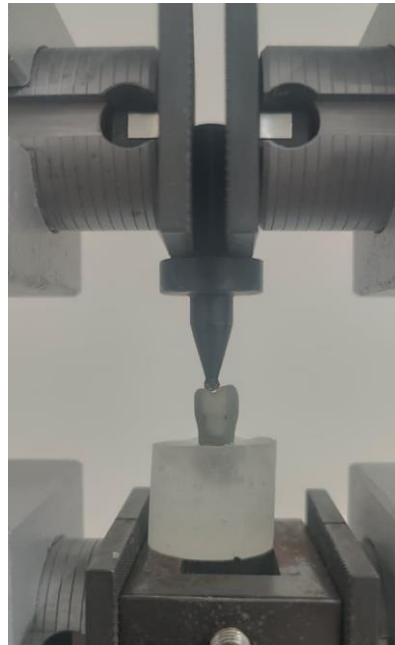


Fig. 22 prueba en el instrom

13. Se diseñó una tabla en Excel para la recolección de la información y exportación de los valores obtenidos según cada cuerpo de prueba, se registraron en N (Newtons)
14. Análisis de los datos para identificar cuál resina presentó la mayor compresiva mediante el método estadístico

7.5.5. VARIABLES

7.5.5.1 Variables dependientes:

Resistencia compresiva

7.5.5.2 Variables independientes

material restaurador de la elevación del margen y la profundidad de la cavidad

7.5.6 Lugar de investigación

Institución Universitaria Colegios de Colombia

8. ASPECTOS ÉTICOS

Este estudio es un estudio experimental in vitro en el cual no se utilizaron muestras de procedencia humana o animal por tal razón no tiene ningún tipo de compromiso ético.

9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla 1. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para los grupos experimentales de resinas a diferentes espesores

Resistencia		
Grupo	Shapiro-Wilk	p valor
Bulk 1 mm	0,941	0,515
Bulk 2 mm	0,928	0,355
EVER X 1 mm	0,912	0,227
EVER X 2 mm	0,909	0,206

Tabla 2. Datos estadísticos descriptivos de la resistencia compresiva de los dos tipos de resina en diferentes espesores

Grupo	Media (MPa)	DE	Mínimo	Máximo	ANOVA	P=valor
Bulk 1 mm	706,148	119,363	528,73	893,327	3,986	0,013
Bulk 2 mm	638,594	99,148	507,078	788,428		
Ever X 1 mm	795,106	163,08	586,668	1077,722		

Ever X 2 mm	633,436	134,13	480,618	893,763
----------------	---------	--------	---------	---------

Tabla 3. Prueba post hoc de Tukey para la comparación de medias de resistencia compresiva entre los grupos. Diferencia significativa entre Ever X 1 mm y Ever X 2 mm ($p < 0,05$).

			Bulk 1 mm	Bulk 2 mm	EVER X 1 mm	EVER X 2 mm
Bulk 1 mm	Diferencia medias de	—	67,555	-88,957	72,712	
	Estadístico Tukey	—	1,263	-1,663	1,359	
Bulk 2 mm	Diferencia medias de	—	156,512*	5,157		
	Estadístico Tukey	—	-2,926	0,096		
EVER X 1 mm	Diferencia medias de	—	161,670*			
	Estadístico Tukey	—	3,023			
EVER X 2 mm	Diferencia medias de	—				
	Estadístico Tukey	—				

* $p < 0,05$

El tamaño de la muestra se determinó por medio del programa estadístico G*Power Version 3.1.6 teniendo en cuenta un error de 0,8, una potencia del 80% y una confianza del 95%, obteniendo una muestra total de N=48 elevaciones de margen, las cuales fueron divididas en 4 grupos de la siguiente manera: Grupo 1: (n=12) elevación de margen con resina bulk fill flow en dientes con defectos de 1mm debajo de la unión amelocementaria. Grupo 2: (n=12) elevación de margen con resina bulk fill flow en dientes defectos de 2 mm debajo de la unión amelocementaria. Grupo 3: (n=12) elevación de margen con resina Ever X flow en dientes con defectos de 1 mm debajo de la unión amelocementaria Grupo 4: (n=12) elevación de margen con resina Eere X flow en dientes con defectos de 2 mm debajo de la unión amelocementaria.

se aplicó la prueba de Shapiro-wilk para determinar la normalidad de los datos de resistencia compresiva en los cuatro grupos evaluados (tabla 1)

Se realizó la prueba de ANOVA para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas(tabla 2). La prueba nos determinó que sí existían por lo que se realizó la prueba post-hoc (tukey) para analizar entre cuáles de los cuatro grupos existían las diferencias (tabla 3), lo que nos permitió observar que entre el grupo de bulk 2mm y Ever X 1 mm así como Everex 1 mm y Ever X 2 mm presentan diferencias significativas, pero entre el grupo bulk 1 mm con Ever X 1mm, bulk 1 mm con Ever X 2 mm, Bulk 2 mm con Ever X 2 mm no existieron diferencias significativas

10. Resultados

El análisis de la resistencia compresiva de los dos tipos de resinas dentales a diferentes espesores: bulk flow 1mm (Grupo 1), bulk flow 2mm (Grupo 2), Ever X flow 1mm (Grupo 3), Ever X flow 2mm (Grupo 4) lograron identificar variaciones significativas en el comportamiento mecánico de los materiales analizados. La interpretación de dichos resultados se basó en los análisis estadísticos efectuados y en su representación gráfica a través del gráfico de barras (Figura 23), el cual facilita una visualización precisa de la media de los dos tipos de resinas con los dos tipos de espesores.

Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los diferentes grupos experimentales (Tabla.1). El cual los resultados mostraron valores de $p > 0.05$ en todos los grupos lo que indica que los datos presentan una distribución normal.

Por consiguiente, se aplicó pruebas estadísticas paramétricas para la comparación entre los grupos, donde los valores promedio de resistencia compresiva para los grupos evaluados se presentan en la (Tabla 2). El grupo Ever X Flow 1 mm registró la mayor media (795,1 MPa), seguido por Bulk flow 1 mm (706,1 MPa), mientras que los valores más bajos se observaron en las resinas Bulk flow 2 mm (638,6 MPa) y Ever X Flow 2 mm (633,4 MPa). La gráfica de barras (Figura 23) muestra visualmente esta tendencia, evidenciando una mayor resistencia en los grupos con espesores de 1 mm en comparación con los de 2 mm, especialmente en la resina EVER X Flow.

El análisis de Varianza (ANOVA) reveló diferencias estadísticamente significativas en el comportamiento mecánico de los materiales evaluados ($p = 0,013$). Para determinar entre qué grupos se presentaban dichas diferencias, se aplicó la prueba post hoc de Tukey (Tabla 3). Los resultados mostraron una diferencia estadísticamente

significativa entre los grupos EVER X 1 mm y EVER X 2 mm ($p < 0,05$), mientras que las comparaciones restantes no evidenciaron diferencias significativas.

Al comparar los materiales a igual espesor, EverX Flow superó consistentemente a Bulk Fill tanto a 1 mm como a 2 mm, lo que confirma el efecto positivo del refuerzo con fibras cortas sobre la capacidad compresiva del material. Este comportamiento indica que el tipo de resina y el espesor influyen directamente en la respuesta mecánica de las elevaciones de margen profundo restauradas con inlays impresos en resina 3D

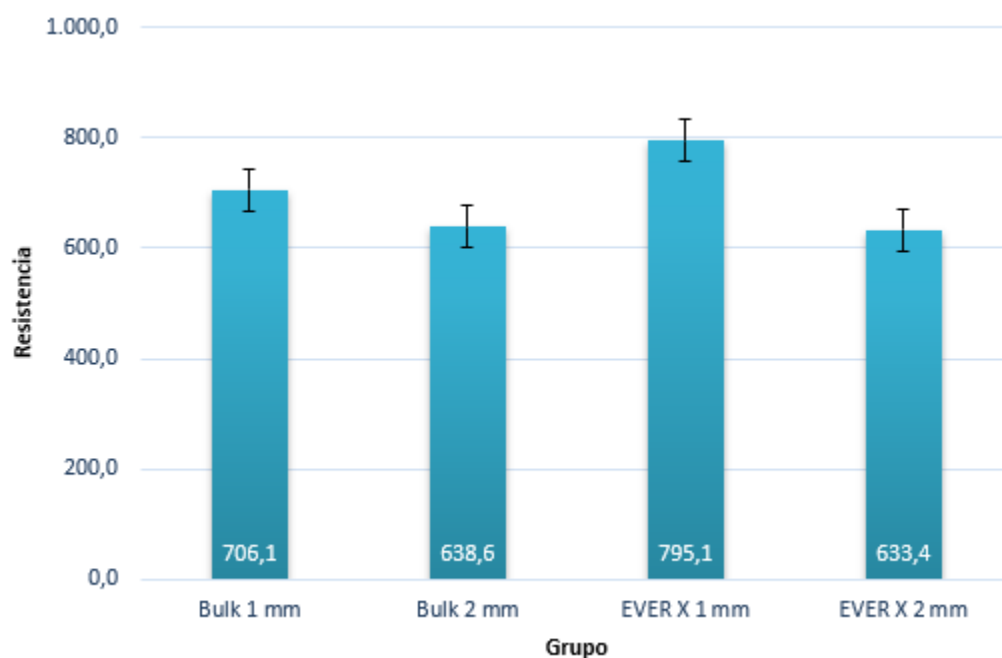


Fig 23 . Gráfico de barras Comparación de la media en la elevación de margen con dos tipos de resina en diferentes espesores

11. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio in vitro evidenciaron que la resistencia compresiva de las resinas fluidas empleadas en la elevación de margen profundo (DME) depende directamente del tipo de material restaurador y del espesor con el que se aplica la capa de elevación. Este hallazgo coincide con lo reportado por Lassila et al. (2018), quienes demostraron que los composites reforzados con fibras cortas

presentan un comportamiento mecánico significativamente superior frente a las resinas fluidas convencionales, debido al refuerzo tridimensional que las fibras aportan a la matriz polimérica (13).

En el presente trabajo, la resina EverX Posterior (GC) —reforzada con fibras cortas de vidrio— mostró los valores más altos de resistencia compresiva cuando se aplicó a un espesor de 1 mm, confirmando que una capa delgada favorece una polimerización más eficiente y una mejor transmisión de fuerzas dentro del bloque restaurador. Esto concuerda con lo descrito por Van Ende et al. (2017), quienes observaron que los composites con alta carga inorgánica y menor contracción de polimerización presentan un comportamiento más estable bajo cargas oclusales (12).

Por otro lado, el aumento del espesor a 2 mm redujo la resistencia compresiva en ambos materiales, lo que podría atribuirse a una disminución en la eficiencia de polimerización y al incremento del estrés interno dentro de la matriz resinosa. Estos resultados son consistentes con las observaciones de Ojeda et al. (2021), quienes señalaron que espesores mayores pueden generar gradientes de curado que afectan la densidad de conversión y, en consecuencia, las propiedades mecánicas finales del material (11).

Desde el punto de vista clínico, estos hallazgos respaldan el uso de resinas reforzadas con fibras en procedimientos de elevación de margen profundo, especialmente en cavidades posteriores con márgenes subgingivales, donde las restauraciones están sometidas a altas fuerzas compresivas. La utilización de una capa base de 1 mm parece ofrecer un equilibrio óptimo entre adaptabilidad, rigidez estructural y control de la contracción, garantizando así un soporte adecuado para las incrustaciones impresas en resina 3D.

Asimismo, los resultados del presente estudio apoyan las conclusiones de Eggmann et al. (2023) y Aldakheel et al. (2022), quienes indicaron que la correcta selección del material de base en la DME puede mejorar la integridad marginal, la distribución de tensiones y la durabilidad clínica de restauraciones parciales adhesivas (3, 5). De manera general, los resultados confirman la hipótesis de que la resistencia compresiva está influenciada tanto por la composición del material como por el espesor aplicado, siendo el uso de resinas reforzadas en capas delgadas una alternativa clínicamente ventajosa para restauraciones adhesivas en zonas subgingivales.

Finalmente, aunque los resultados obtenidos son alentadores, debe considerarse que se trata de un estudio in vitro, por lo que factores clínicos como humedad, termociclado o fatiga masticatoria podrían modificar el desempeño de los materiales. Futuros estudios deberían incorporar análisis de resistencia a la fractura, microfiltración y durabilidad adhesiva para ampliar la validez clínica de estos hallazgos

12. CONCLUSIONES

- La resistencia compresiva de las resinas utilizadas en la técnica de elevación de margen profundo (DME) depende directamente del tipo de material empleado y del espesor de la capa restauradora.

-La resina reforzada con fibras EverX Posterior presentó el mejor comportamiento mecánico cuando fue aplicada a un espesor de 1 mm, lo cual sugiere una polimerización más eficiente y una mejor capacidad de absorción de las cargas compresivas.

-El aumento del espesor a 2 mm puede comprometer el desempeño estructural del material debido a la reducción en la eficiencia de polimerización y al incremento del estrés interno en la matriz resinosa.

-Desde una perspectiva clínica, el uso de resinas reforzadas con fibras cortas en capas delgadas dentro de la técnica DME ofrece mayor predictibilidad y resistencia para restauraciones indirectas impresas en resina 3D, especialmente en dientes posteriores con márgenes subgingivales.

-La integración de materiales reforzados y tecnología digital en restauraciones parciales adhesivas representa un enfoque clínico prometedor hacia tratamientos más conservadores, duraderos y biomecánicamente estables

13. Referencias bibliográficas

1. Organización Mundial de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 2022 [cited 2024 Nov 3]. La OMS destaca que el descuido de la salud bucodental afecta a casi la mitad de la población mundial. Available from: <https://www.who.int/es/news/item/18-11-2022-who-highlights-oral-health-neglect-affecting-nearly-half-of-the-world-s-population>
2. Cardoso JA, Oliveira JV, Bastos J, Henriques R. Clinical guidelines for posterior restorations based on Coverage, Adhesion, Resistance, Esthetics, and Subgingival management The CARES concept: Part III-subgingival margins, “ferrule” design, and posts in severely compromised teeth. Vol. 19, The International Journal of Esthetic Dentistry |.
3. Eggmann F, Ayub JM, Conejo J, Blatz MB. Deep margin elevation—Present status and future directions. Vol. 35, Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. John Wiley and Sons Inc; 2023. p. 26–47.
4. Magne P, Spreafico RC, Paul J, Vargas R. Elevación del margen profundo: Un cambio de paradigma. Vol. 2, Am J Esthet Dent. 2012.
5. Aldakheel M, Aldosary K, Alnafissah S, Alaamer R, Alqahtani A, Almuhtab N. Deep Margin Elevation: Current Concepts and Clinical Considerations: A Review. Vol. 58, Medicina (Lithuania). MDPI; 2022.
6. Liatukas E, D.M.D, D DS, M.S. Restoring a deep gingival wall with amalgam for a cast gold restoration. 1968.
7. Dietschi Didier, Spreafico Roberto. CURRENT CLINICAL CONCEPTS FOR ADHESIVE CEMENTATION OF THOOTH-CLORED POSTERIOR RESTORATIONS. Practical Periodontics & aesthetic dentistry. 1998;
8. Gonzalez Rodas EE, Lema Mosquera VR, Tamariz Ordoñez PE. Elevación del margen profundo: Una revisión bibliográfica de la adaptación y resistencia a la fractura. Research, Society and Development. 2024 Jun 7;13(6):e3313645670.

9. Taylor A, Burns L. Deep margin elevation in restorative dentistry: A scoping review. Vol. 146, *Journal of Dentistry*. Elsevier Ltd; 2024.
10. Prado TP, Chun EP, Augusto MG, Bernardon P, Grassi EDA, Saavedra GDSFA, et al. Biomechanical, operative and biological aspects of the cervical margin relocation: a case report. *Braz Dent Sci*. 2022 Jun 1;25(3).
11. Ojeda GD, Tisi JP, Urzúa I. Clinical Alternatives for the Use of Compactable and Flowable Bulk-Fill Composites: A Step-by-Step Case Report. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences*. 2021;23(1):31–42.
12. Van Ende A, De Munck J, Diogo /, Lise P, Meerbeek B Van. Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *J Adhes Dent*. 2017;19(2):95–109.
13. Lassila L, Keulemans F, Sälliynoja E, Vallittu PK, Garoushi S. Mechanical properties and fracture behavior of flowable fiber reinforced composite restorations. *Dental Materials*. 2018 Apr 1;34(4):598–606.
14. Juloski J, Köken S, Ferrari M. Cervical margin relocation in indirect adhesive restorations: A literature review. *J Prosthodont Res*. 2018 Jul;62(3):273–80.
15. Samartzi TK, Papalexopoulos D, Ntovas P, Rahiotis C, Blatz MB. Deep Margin Elevation: A Literature Review. *Dent J (Basel)*. 2022 Mar 14;10(3):48.
16. Mente J, Hieber F, Sekundo C, Schuessler DL, Gehrig H. MTA Matrix Technique: Restoration of Teeth with Deep Subgingival Defects Extending Down to the Osseous Crest. *J Adhes Dent*. 2022;24:269-278.
17. Veneziani M. Adhesive restorations in the posterior area with subgingival cervical margins: new classification and differentiated treatment approach. *Eur J Esthet Dent*. 2010;5(1):50–76.
18. Bulbuk O, Rozhko M, Bulbuk O. Classification of defects hard tissue located in the gingival part of any tooth. *Pharma Innovation* . 2017;6(6):33-35.
19. Fichera G, Mazzitelli C, Picciariello V, Maravic T, Josic U, Mazzoni A, et al. Structurally compromised teeth. Part I: Clinical considerations and novel classification proposal. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2024 Jan 24;36(1):7–19.
20. Mulla SA, Patil A, Mali S, Jain A, Sharma D, Jaiswal HC, et al. Exploring the Biological Width in Dentistry: A Comprehensive Narrative Review. *Cureus*. 2023 Jul 18;15(7):e42080.
21. Ingber JS, Rose LF, Coslet JG. The “biologic width”--a concept in periodontics and restorative dentistry. *Alpha Omegan*. 1977;70(3):62–5.
22. Gargiulo AW, Wentz FM, Orban B. Dimensions and Relations of the Dentogingival Junction in Humans. *J Periodontol*. 1961 Jul;32(3):261–7.
23. Nagaraj KR, Savadi RC, Savadi AR, Prashanth Reddy GT, Srilakshmi J, Dayalan M, et al. Gingival biotype — Prosthodontic perspective. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*. 2010 Mar 5;10(1):27–30.
24. Assiri AYK, Saafi J, Al-Moaleem MM, Mehta V. Ferrule effect and its importance in restorative dentistry: A literature Review. *J Popul Ther Clin Pharmacol*. 2022 Jan 1;29(4):e69–82.
25. Cardoso JA, Venuti P, Dias NS, Oliveira JV, Bastos J, Henriques R. Clinical guidelines for posterior restorations based on Coverage, Adhesion, Resistance, Esthetics, and Subgingival management. The CARES concept: Part III – subgingival margins, “ferrule” design, and posts in severely compromised teeth. *Int J Esthet Dent*. 2024 Jan 29;19(1):14–33.
26. Cardoso JA, Almeida PJ, Negrão R, Oliveira JV, Venuti P, Taveira T, et al. Clinical guidelines for posterior restorations based on Coverage, Adhesion, Resistance,

- Esthetics, and Subgingival management. The CARES concept: Part I – partial adhesive restorations. *Int J Esthet Dent*. 2023 Jul 18;18(3):244–65.
27. Smith SC, Goh R, Ma S, Nogueira GR, Atieh M, Tawse-Smith A. Periodontal tissue changes after crown lengthening surgery: A systematic review and meta-analysis. *Saudi Dent J*. 2023 May;35(4):294–304.
 28. Alrmali A, Melker D, Zalucha J, Wang H. Biological shaping as a conservative alternative for crown lengthening: A review. *Clin Exp Dent Res*. 2024 Apr 20;10(2).
 29. Qali M, Alsaegh H, Alsaraf S. Clinical Considerations for Crown Lengthening: A Comprehensive Review. *Cureus*. 2024 Nov 3;
 30. Ardakani M, Khalilian F, Nateghi Z, Esmailnejad A, Janbakhsh N. A Review of the Crown Lengthening Surgery; The Basic Concepts. *Br J Med Med Res*. 2016 Jan 10;13(3):1–7.
 31. Aldakheel M, Aldosary K, Alnafissah S, Alaamer R, Alqahtani A, Almuhtab N. Deep Margin Elevation: Current Concepts and Clinical Considerations: A Review. *Medicina (B Aires)*. 2022 Oct 18;58(10):1482.
 32. Dietschi D, Spreafico R. Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1988;10(1):47–56.
 33. Geo TD, Gupta S, Gupta SG, Rana K singh. Is Deep margin elevation a reliable tool for cervical margin relocation? – A comparative review. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2024 Jan;14(1):33–8.
 34. Magne P. M-i-M for DME: matrix-in-a-matrix technique for deep margin elevation. *J Prosthet Dent*. 2023 Oct;130(4):434–8.