



UNIVERSIDAD CES

Un compromiso con la excelencia

**Reducción del ciclo restaurador en dientes con pérdida estructural:
preparaciones mínimamente invasivas basadas en la naturaleza del diente
(Revisión de la Literatura)**

Camila Ardila Echeverri

Residente tercer año posgrado de rehabilitación oral
Autora

Mateo Posada Castaño

Especialista en rehabilitación oral
Asesor

UNIVERSIDAD CES
Facultad odontología
Posgrado en rehabilitación oral

FECHA
Octubre/2024



Resumen:

Objetivo: explicar la relación entre el grado de pérdida de tejido dental y el diseño de la preparación para ofrecer indicaciones sencillas y reproducibles basadas en la naturaleza del diente.

Descripción: La preservación de la estructura dental remanente es crucial para garantizar la longevidad y éxito de estas restauraciones, especialmente en casos de pérdida de tejido dental. Esta revisión de literatura explora la relación entre el grado de pérdida de tejido y el diseño de la preparación dental, centrándose en abordajes mínimamente invasivos que respeten la biología del diente. Asimismo, se discutirán pautas sencillas y reproducibles para guiar a los clínicos en la elección del tipo de preparación más adecuado, en función de las características naturales del diente y del defecto a tratar.

Conclusión: las preparaciones mínimamente invasivas ofrecen ventajas significativas en términos de preservación del diente y longevidad de las restauraciones. Este enfoque, basado en un profundo conocimiento de la biología dental y en la evaluación personalizada del defecto, proporciona una solución eficaz para tratamientos restauradores.

Importancia clínica: proporcionar un enfoque práctico y fundamentado para la toma de decisiones en la planificación de restauraciones adhesivas indirectas, lo cual tiene un impacto directo en la calidad del tratamiento y la preservación de la salud dental a largo plazo.

Palabras claves: Dental Enamel / anatomy & histology, Dentin/ultrastructure, Minimally Invasive Dentistry, Cusp Coverage, Tooth Preparation, Tooth Structure Loss, Dental Prosthesis Design, Dental Cavity Preparation.

1. INTRODUCCIÓN

En la odontología moderna, las restauraciones adhesivas indirectas son comúnmente usadas, debido a sus múltiples ventajas. Estas restauraciones requieren un diseño de preparación cuidadoso, con características idealmente supragingivales y respetando el tejido remanente dental intacto. Este enfoque no solo busca preservar la estructura dental natural, sino que también juega un papel crucial en la longevidad de la restauración.

La durabilidad de una restauración parcial depende, en gran medida, de la evaluación del remanente coronal disponible(1). Se debe determinar si dicho remanente, por sí solo o en combinación con una reconstrucción adicional, posee las características biomecánicas necesarias para soportar las cargas funcionales a las que estará expuesto.

Gracias a los avances en materiales dentales y tecnologías adhesivas, la odontología moderna ha

logrado replicar, de manera biomiméticas, la unión de materiales dentales sintéticos a las estructuras naturales del diente. Este desarrollo ha permitido mejorar la integración y la funcionalidad de las restauraciones. Un diente restaurado biomiméticamente elimina los gaps bajo las restauraciones y las grietas en la dentina que aparecen como resultado de la deformación y las concentraciones de tensión(2)(3). La reproducción del comportamiento original del diente intacto debería ser un pilar de la odontología restauradora; requiere un conocimiento fundamental del diente natural en lo que respecta a su estructura interna, biología, morfología y forma externa.(4)

El diseño de la preparación no solo debe respetar las características inherentes del esmalte y la dentina, sino que también debe adaptarse a la extensión y ubicación del defecto, con el objetivo de optimizar la retención, resistencia y preservación de los tejidos remanentes. Este enfoque personalizado en la preparación es clave para asegurar la longevidad y funcionalidad de la



restauración, respetando al máximo la biología del diente.

El objetivo de la siguiente revisión de literatura es explicar la relación entre el grado de pérdida de tejido dental y el diseño de la preparación para ofrecer indicaciones sencillas y reproducibles basadas en la naturaleza del diente.

2. NATURALEZA DEL DIENTE

2.1 DIENTES POSTERIORES

Los dientes anteriores y posteriores presentan diferencias notables en su anatomía e histología. Es evidente que los dientes posteriores desempeñan un papel protector para los dientes anteriores, soportando cargas compresivas verticales de mayor intensidad. (5)(6)

A nivel anatómico, los dientes posteriores son más anchos, poseen múltiples raíces (multirradiculares), presentan cúspides más aplanadas y tienen una distribución específica de los tejidos de dentina y esmalte, esta tiene una configuración única de soporte de tensiones, lo que hace que estos dientes estén mejor adaptados para soportar mayores cargas de compresión. Esta

característica específica de los dientes posteriores es difícil de reproducir en las técnicas de restauración. (6)

2.2 MICROESTRUCTURA DEL ESMALTE Y DENTINA

El esmalte es la capa exterior del diente, es altamente mineralizado, lo que lo hace quebradizo pero extremadamente duro. Esta capa envuelve un núcleo de dentina, que es más blanda en comparación. (7) La microestructura del esmalte está dominada principalmente por varillas ricas en cristales de hidroxiapatita. Aunque el esmalte sufre deformaciones mínimas, su función principal es transferir las cargas a la dentina subyacente. (8)

Su resistencia y propiedades estructurales provienen de su organización tridimensional,

compuesta por barras largas de apatita carbonatada, dispuestas en haces que se entrelazan progresivamente. Esta disposición tridimensional aumenta la resistencia al crecimiento de grietas, mediante la formación de puentes entre grietas y la interrupción de su propagación, gracias al cruce de fibras prismáticas del esmalte interno. En resumen, el esmalte actúa como una capa protectora que estructura la dentina, la cual funciona como un amortiguador estructural. (8)

La orientación de las varillas del esmalte, o prismas, juega un papel crucial en la resistencia a la tracción y a la fractura del esmalte. Dado que el esmalte es un tejido altamente mineralizado con propiedades anisotrópicas, su capacidad de resistir tensiones varía según la dirección en que se apliquen las fuerzas. Los estudios han demostrado que el esmalte es más resistente a la tracción cuando las varillas están orientadas de manera paralela a la fuerza aplicada, en comparación con una orientación perpendicular. Específicamente, Carvalho et al. encontraron que la resistencia a la tracción era de 24,7 MPa cuando las varillas estaban alineadas paralelamente a la carga, en contraste con los 11,4 MPa que se obtuvieron cuando la orientación era perpendicular. Esta anisotropía se explica por la disposición estructural de los cristales de hidroxiapatita dentro de las varillas, que afecta cómo el esmalte distribuye y absorbe la tensión frente a fuerzas externas. (9)

Por su parte, la dentina presenta tanto propiedades elásticas como plásticas, que varían según la zona del diente. Su microestructura en la región coronal se asemeja a la de un biocompuesto de fibras de colágeno mineralizadas, donde la dentina intertubular constituye la matriz, y los túbulos dentinarios, junto con sus anillos de dentina peritubular, forman un refuerzo de fibras cilíndricas. (8)

El esmalte está compuesto por aproximadamente 95% de material inorgánico, 1% de material orgánico y 4% de agua. Por su parte la dentina

está compuesta por aproximadamente 70% de material inorgánico, 18% de material orgánico y 12% de agua. Cuando se consideran los volúmenes el agua y el material orgánico ocupan la mayoría del tejido o gran parte del tejido. Este porcentaje varía con la condición y localización de la dentina. **Fig. 1(8)**

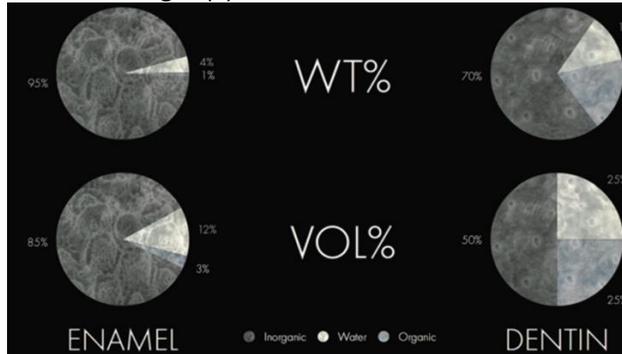


Figura 1 Bazos P, Magne P. Bio-emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach; structural analysis.

La dentina es el tejido más abundante del diente y presenta una estructura tubular que se encuentra en íntimo contacto con la pulpa. Ambos tejidos comparten una relación embriológica que da lugar al complejo dentino-pulpar.(10)

La estructura dentinaria se compone de túbulos en forma de cono invertido, cuyo diámetro mayor está orientado hacia la pulpa. La superficie interna de la dentina, orientada hacia la pulpa, es menor que la superficie externa que se encuentra en la unión dentina-esmalte. Estos túbulos se disponen de forma radial, lo que provoca variaciones en su concentración en diferentes áreas. Cerca de la pulpa, el área ocupada por los túbulos dentinarios representa el 22% del volumen, mientras que en la unión dentina-esmalte (DEJ) solo alcanza el 1%. Cada túbulo está rodeado por dentina peritubular, que es rica en contenido mineral y presenta un ancho variable a lo largo de su longitud. En contraste, la dentina intertubular contiene una mayor cantidad de material orgánico, principalmente fibrillas de colágeno.(10)

Las diferencias en la composición de la dentina según la zona generan variaciones significativas en sus propiedades. Esto se observa entre la

dentina superficial y profunda, así como entre la dentina coronal y radicular. Además, la orientación y distribución de los túbulos dentinarios también influyen en estas propiedades. Procesos fisiológicos y patológicos, como el envejecimiento, la esclerosis y la caries dental, pueden inducir alteraciones significativas en las propiedades mecánicas de la dentina.(10)

El esmalte y la dentina funcionan en armonía para absorber y distribuir cargas aplicadas. Una vez violada la cúpula/ domo de compresión del esmalte, la dentina subyacente queda expuesta a fuerzas de tracción que no fue diseñada para soportar y esto conduce a la concentración de energía en la dentina en lugar de disiparla.(11)

En este contexto, parece razonable llegar a la conclusión de que los nuevos enfoques restauradores no deben tener como objetivo crear una restauración con los materiales más resistentes, sino una restauración que sea compatible con las propiedades mecánicas y biológicas de los tejidos dentales subyacentes.(7)

3.MECANISMOS DE DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES EN EL DIENTE INTACTO

La distribución de la tensión dentro del diente está relacionada con su estructura(12) estas son algunas estructuras que brindan propiedades mecánicas al diente intacto:

3.1 CÚPULA O DOMO DE COMPRESIÓN Y COMPLEJO DENTINA ESMALTE

El problema es que los dientes han sido diseñados para soportar cargas de compresión. Una vez cortada la superficie oclusal, el diente puede flexionarse bajo cargas compresivas.

El esmalte está diseñado para actuar como una cúpula o domo de compresión, muy parecida a la cúpula de una catedral, transformando y transfiriendo cargas en una carga principalmente compresiva en la dentina.(11) Este proceso ocurre a través de la unión dentinoesmalte (DEJ) lo que

resalta la importancia de la geometría del diente en la planificación restaurativa.

En esta transferencia ocurre una concentración de estrés que ocurre en la DEJ al convertir la carga vertical en el esmalte en carga horizontal en la dentina, disminuyendo la tensión hacia el centro del diente.(12)

3.2 COMPLEJO DENTINA ESMALTE

Desde el punto de vista biomecánico, la unión de los tejidos ectodérmicos y mesodérmicos es esencial para la adaptación del diente. Se ha observado un interés particular en la interconexión entre el esmalte profundo aprismático, la unión esmalte-dentina y la capa superficial de dentina, también conocida como "dentina del manto". Esta unión, denominada complejo dentina-esmalte, es fundamental para la eficiencia estructural, permitiendo que cada estructura funcione de manera integrada, aunque permanezcan separadas físicamente. Este mecanismo de protección, que actúa como un escudo, se logra gracias a la reducción localizada en la densidad y mineralización tanto del esmalte como de la dentina al aproximarse a la unión, lo cual debe preservarse al realizar tratamientos restaurativos.(8)(13)(14)

La unión esmalte-dentina tiene un espesor aproximado de 200 micras, con una densidad de colágeno y contenido mineral cercano al 50%, en comparación con la dentina, que presenta un contenido de colágeno del 30% y mineral del 70%. Esta mayor proporción de colágeno en la DEJ le otorga una mayor elasticidad. Esta característica permite que se genere una microcompresión entre el esmalte y la dentina, facilitando la transferencia de cargas verticales desde el borde del esmalte, con su alto módulo elástico, directamente a la estructura radicular. (12)

3.3 FRANJAS DE MOIRE

Ayudan a entender los diferentes tipos de la fractura dental causada por la alteración del mecanismo natural de distribución de tensiones dentro del diente.

La dirección de las franjas de Moiré indica la dirección de del estrés. Las zonas más gruesas en las franjas representan mayor estrés y las franjas estrechas indican una mayor concentración de tensión . Son herramientas útiles ya que muestran la distribución de tensiones en la estructura dental humana, lo que mejora la comprensión clínica de estructuras anatómicas en superficies molares oclusales(12)

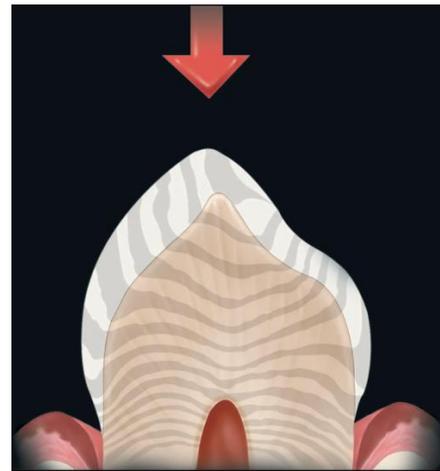


Figura 2. Milicich G, Rainey JT. Clinical presentations of stress distribution in teeth and the significance in operative dentistry.

Este hallazgo es relevante al considerar que los diseños convencionales de cavidades a menudo no están en armonía con el sistema natural de distribución de tensiones mecánicas. Por ejemplo, cuando se prepara una cavidad MOD en un diente sano, se puede observar cómo las cúspides se separan aproximadamente 10um, lo que indica que la estructura dental está bajo tensión.(12)

Dentro de la cúpula/ domo de compresión del esmalte, existen varias estructuras micro anatómicas diseñadas para absorber y distribuir las cargas de compresión, como el borde periférico del esmalte, e importantes estructuras de refuerzo transversal oclusal que son el punte de esmalte en molares maxilares y el reborde transversal oblicuo mandibular)(12)(4)

3.4 TEORÍA DEL BORDE PERIFÉRICO DEL ESMALTE/ BIORIM

El Bio-rim es el área de un diente posterior que se encuentra por debajo del punto máximo contorno. Si el esmalte oclusal es la “cúpula”, el Bio-rim se asemeja a las “paredes” que la soportan. Al retirar el BioRim (por ejemplo, mediante una preparación de corona tradicional), la cúpula de compresión se rompe y las fuerzas de compresión dirigidas desde la porción oclusal del diente pueden dar lugar a fuerzas de tracción perjudiciales en la zona cervical.

Una vez comprendido este sistema de distribución de la carga, la función del borde del esmalte adquiere mayor importancia. Desde la perspectiva de la distribución de tensiones, el esmalte oclusal es una entidad separada del esmalte del borde periférico

En términos simplificados la función del borde periférico se puede comparar con un ejemplo de una taza de té invertida; una empresa automovilística consiguió equilibrar un carro de 2 toneladas sobre cuatro tazas de té de porcelana invertidas. Cuando se cargaban correctamente, las frágiles tazas de té eran capaces de soportar cargas significativas y transferirlas con éxito al suelo. Del mismo modo, el esmalte transfiere la carga a la raíz. Se puede observar cómo los dientes fallan en función cuando su sistema de distribución de tensiones se ve alterado por cavidades. Otro ejemplo sería una lata; sin tocarla o modificarla puede soportar importantes cargas de compresión verticales y laterales. Incluso sin la tapa, puede soportar cargas de compresión verticales razonables. pero, cuando se aplican cargas de compresión laterales en los bordes, se deforman fácil. Una cavidad oclusal posterior provoca que el diente se flexione bajo compresión. El borde periférico puede considerarse un anillo de tensión y los rebordes marginales hacen parte de él. Cuando se prepara una cavidad mínima de tipo MOD en un diente sano, las cúspides se separan aproximadamente 10 µm, lo que indica que la estructura dental está bajo tensión

Por lo tanto, al considerar la morfología del diente, la distribución de tensiones y preservar al máximo las estructuras biomecánicas, es evidente que el

enfoque mínimamente invasivo no solo preserva la estructura dental, sino que también promueve la salud a largo plazo de las restauraciones.(12)

3.5 MICROESTRUCTURA CONVEXA DEL ESMALTE Y CÓNCAVA DE LA DENTINA

Los contornos robustos, redondeados y convexos del esmalte confieren resistencia al tejido dental frente a tensiones masticatorias directas y cargas oclusales. En contraste, el relieve afilado y cóncavo de la dentina proporciona un soporte estable a la cobertura del esmalte, facilitando una mayor integración estructural entre ambas capas.(8)(13)

Los estudios tradicionales de morfología dental se centran en las características externas de la superficie del esmalte, simplificando en exceso la unión con la dentina, asumiendo así una distribución uniforme. Las correlaciones visuales entre los elementos del esmalte y la dentina son de gran valor (**Tabla 1**).

Morphologic features	Enamel surface	Dentin surface
Marginal ridges	Rounded	Sharp
Buccal cusp/s	Rounded	Sharp
Lingual cusp/s	Rounded	Sharp
Buccal surface	Convex	Concave ^{26,27}
Lingual surface	Convex	Concave
Occlusal fissures	Present	Absent

Tabla 1 Bazos P, Magne P. Bio-emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach; structural analysis.

Existe una concavidad de dentina en la superficie bucal en la unión del tercio cervical y medio de dientes posteriores, formando una “curva sigmoide”(Fig. 3) la cual une circunferencialmente los puntos de inflexión bucal y lingual del diente creando una sobreexpresión de esmalte en esta zona, que podría ser un refuerzo biomecánico a las cargas compresivas de los dientes posteriores. (8)(15)

Se ha comprobado que los puntos de inflexión dividen la corona anatómica aproximadamente por la mitad, asignando distribuciones volumétricas dominantes, siendo la mitad oclusal de la estructura coronal de los dientes posteriores de esmalte dominante, y por el contrario la mitad cervical restante de dentina dominante. La cantidad relativa de dentina y esmalte podría influir en la resistencia a la fractura debido a su diferencia de módulo elástico(15)

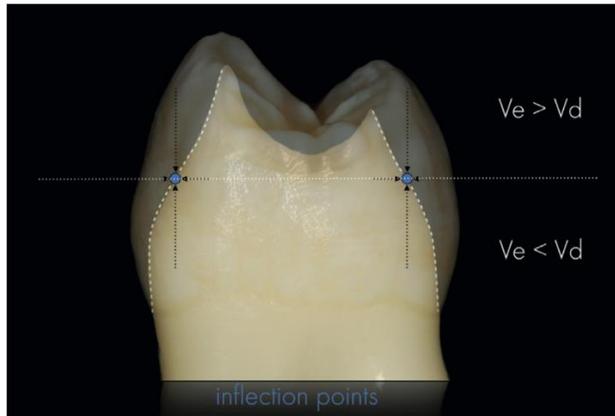


Figura 3. Hofsteenge J, Van Den Heijkant I, Cune M, Bazos P, Van Der Made S, Kerdijk W, et al. Influence of Preparation Design and Restorative Material on Fatigue and Fracture Strength of Restored Maxillary Premolars

3.6 ESTRUCTURAS PRINCIPALES

Tras comprender los mecanismos de refuerzo biomecánico del diente, como los que se acaban de mencionar, es fundamental analizar las cuatro estructuras clave que complementan este sistema natural de soporte. Estas son los rebordes transversales, la dentina interaxial, el techo de la cámara pulpar y las cúspides, que, en conjunto, contribuyen a la adecuada distribución de las fuerzas oclusales y a la preservación de la integridad estructural del diente frente a las demandas funcionales.

La resistencia de un diente depende de estas cuatro estructuras principales, las cuales se dividen en estructuras centrales y periféricas:

Estructuras centrales

1. Dentina interaxial: Es la estructura central del diente, conecta las paredes axiales lingual y bucal, y se extiende desde el techo de la cámara pulpar hasta la

superficie oclusal. Esta es la estructura más importante para la resistencia global del diente. Según estudios de Mondelli (16) y Larson (17) la pérdida de los rebordes marginales no afecta significativamente la resistencia del diente si la dentina interaxial permanece intacta. Sin embargo, la pérdida exclusiva de la dentina interaxial provoca una reducción considerable de la resistencia.(1)

2. Techo de la cámara pulpar: a diferencia de lo que se cree, su importancia es menor en comparación con los rebordes marginales. Según estudios de Reeh et al, la pérdida del techo de la cámara pulpar provoca un debilitamiento menos significativo que la pérdida de uno o ambos rebordes marginales.(1)

Estructuras periféricas

3. Rebordes marginales: son la estructura periférica de la pared proximal. Son críticos para la resistencia de la cúspide, especialmente en dientes tratados endodóticamente. La pérdida de una cresta marginal significa la presencia de una caja proximal y se debe considerar la presencia o ausencia del techo de la cámara pulpar y el grosor del esmalte y la dentina de cúspides adyacentes. Los artículos de Linn et al(18) y Panitvisai et al(19) sobre la relación entre la cresta marginal y las cúspides intactas en un diente tratado endodóticamente demuestran una dependencia estructural y funcional de la cúspide intacta respecto a la cresta marginal adyacente(1)

Siempre que sea posible, durante la eliminación de las caries interdentales debe mantenerse una cresta marginal intacta para evitar las preparaciones de tres superficies, como la MOD y la elevada tensión cuspal asociada a este diseño(20)(21)

4. Complejo esmalte-dentina de una cúspide intacta: es la estructura periférica de la



pared axial-bucal o palatolingual. La resistencia de una cúspide depende de su grosor y profundidad. Las cúspides intactas en dientes tratados endodónticamente son más susceptibles a la flexión en comparación con las de dientes vitales, se comportan como cantiléver si están junto a una caja proximal, por lo que es esencial mantener un grosor adecuado para garantizar la estabilidad.(1)

El orden de jerarquía en cuanto a la importancia de las estructuras mencionadas es el siguiente:

1. Dentina interaxial
2. Rebordes marginales
3. Techo de la cámara pulpar
4. Complejo dentina-esmalte de una cúspide intacta(1)(22)

3.7 COMPORTAMIENTO BIOMECÁNICO EN DIENTES NO VITALES

La pérdida de estructura dental durante la preparación conservadora de una cavidad de acceso afecta mínimamente la rigidez del diente, reduciéndola solo en un 5%(23)(24). Sin embargo, la preparación del conducto puede influir en la biomecánica del diente proporcionalmente a la cantidad de tejido eliminado, y también debido a posibles alteraciones químicas o estructurales causadas por los irrigantes endodónticos(25)(26). La mayor reducción en la rigidez del diente ocurre con la pérdida de las crestas marginales, lo que puede disminuir la rigidez entre un 14% y un 44%, y aún más con cavidades oclusales y mesiooclusodistales (MOD), reduciendo la rigidez entre un 20% y un 63%, respectivamente. Estudios han investigado cómo la estructura dental residual influye en la rigidez y deformación de los dientes tratados endodónticamente, demostrando que una cavidad de acceso endodóntico combinada con una preparación MOD es la que mayor fragilidad provoca en el diente. Factores críticos, como la profundidad de la cavidad, el ancho del istmo y la configuración de

la preparación, son determinantes en la reducción de la rigidez dental y el consecuente riesgo de fractura.(24)

4. CARACTERÍSTICAS PREPARACIONES MINIMAMENTE INVASIVAS

¿Se debe pagar un costo más alto biológico en términos de preparación para prevenir fracturas? Uno de los problemas más frecuentes en las restauraciones dentales es la fractura del material restaurador o del diente intacto, además de la aparición de caries secundarias. Para prevenir estos fallos, la preparación de la cavidad debe verse como una fase tanto diagnóstica como operativa. Es fundamental identificar las partes del diente que pueden mantener una estructura biomecánica adecuada para soportar una restauración y así garantizar la resistencia a largo plazo.(1)(22)

El primer paso es realizar un análisis detallado de la cavidad, evaluando la resistencia del diente y considerando los factores que afectan la resistencia estructural del diente:

4.1 FACTORES QUE AFECTAN LA RESISTENCIA ESTRUCTURAL DEL DIENTE:

Estudios biomecánicos del diente intacto destacan la importancia del reborde marginal para la resistencia. Cuando esta estructura está ausente, es esencial evaluar factores como la profundidad oclusocervical y mesiodistal de la cavidad, el tamaño de las cajas proximales, el ancho intercuspídeo y el grosor del esmalte y la dentina, especialmente en la base de cada cúspide. Otros factores críticos incluyen la vitalidad del diente determinada por la presencia o ausencia del techo de la cámara pulpar, y la profundidad de la dentina interaxial.

Además, se ha observado que la interfaz de las restauraciones adhesivas tiende a debilitarse con el tiempo debido a las tensiones mecánicas,



térmicas, hidrolíticas y enzimáticas. Estos factores deben analizarse considerando el papel funcional del diente en el arco dental, tomando en cuenta su posición, el trauma oclusal, los hábitos parafuncionales, la oclusión estática y dinámica, y la presencia de dientes antagonistas.(6)(1)

4.2 TIPOS DE RESTAURACIONES POSTERIORES

Después de un diagnóstico adecuado, la primera decisión en el protocolo restaurador es el tipo de restauración que se debe utilizar. En el sector posterior, las opciones incluyen restauraciones directas o indirectas, y estas últimas pueden ser con cubrimiento parcial o completo de las cúspides.(6)(27)

Restauraciones indirectas convencionales

1. Inlays: Cavidad que no requiere cubrimiento cuspeo.
Son restauraciones que no cubren las cúspides y están indicadas para dientes vitales con cavidades de clase II medianas a grandes (MO/OD, MOD), donde las paredes bucales y linguales están bien conservadas. Generalmente se utilizan resinas compuestas, aunque hoy en día se realizan más frecuentemente con técnicas directas, manteniendo un enfoque más conservador(27)(28).
- Onlays: Restauración que cubre una o más cúspides pero no toda la superficie oclusal. Están indicadas en cavidades de clase II grandes con paredes laterales parcialmente soportadas y sin fisuras dentinarias. En dientes tratados endodónticamente, deben contar con al menos una cresta marginal y dos paredes axiales bien soportadas. Pueden realizarse tanto en resina compuesta como en cerámica(27)(28).
- Overlays: Cubren completamente las cúspides

se indican en cavidades de clase II grandes, donde las paredes axiales no están soportadas y faltan ambas crestas marginales(27)(28).

Restauraciones Indirectas Modernas

Este nuevo grupo de restauraciones indirectas se destaca por cumplir con los criterios de máxima preservación de tejido sano y alta estética, redefiniendo los límites entre las prácticas conservadoras y protésicas(28). Las restauraciones se clasifican de la siguiente manera:

- Long-wrap overlay: Esta restauración cubre completamente la superficie oclusal, extendiéndose a las paredes axiales bucales y/o palatino-linguales según la pérdida de tejido duro. Está indicada en dientes que requieren cobertura cuspal completa debido a caries extensas, abrasiones, biocorrosiones o fracturas que comprometen las superficies externas. (28)
- Corona adhesiva: Esta restauración cubre completamente el diente y presenta márgenes supragingivales que siguen el contorno del tejido blando marginal. Se cementa adhesivamente tras el aislamiento con dique de goma y está indicada en dientes con gran pérdida de tejido que requieren una cobertura total. El enfoque adhesivo permite un tratamiento más conservador, preservando el remanente dental comprometido.(28)
- Additional overlay: Es una restauración de cobertura parcial o completa que no requiere preparación dentaria. Está indicada en casos de restauración anatómica de dientes con pérdida de tejido por erosión o abrasión, o en situaciones donde se necesita aumentar la dimensión vertical oclusal. El disilicato de litio es el material preferido, aunque también puede utilizarse resina compuesta(28).



- Carilla oclusal (Table-Top): Esta restauración de cobertura parcial oclusal posterior presenta un grosor reducido (1 a 1,2 mm) y un diseño no retentivo(28). Se recomienda en casos de erosión de la superficie oclusal o en situaciones que requieran un aumento de la dimensión vertical. (29)(30)
- Overlay Veneer (Veneerlay): Se utiliza cuando la restauración afecta la superficie oclusal y se extiende hacia la superficie bucal por motivos estéticos o funcionales. Está indicada en dientes ubicados en zonas estéticas, como premolares maxilares, que presentan pérdida significativa de tejido duro, decoloración severa o resistencia al blanqueamiento. El disilicato de litio es el material de elección en estos casos.(28)

4.3 CUBRIMIENTO CUSPÍDEO

Una decisión fundamental al planificar el tratamiento es determinar cuándo es apropiada la reducción preventiva para la cobertura adhesiva de las cúspides o cuándo limitarse a una reposición adhesiva en el área de tejido perdido. Esta decisión dependerá de varios factores estructurales y del contexto clínico del diente afectado(6):

- La profundidad de la cavidad central, incluyendo la cavidad de acceso endodóntico si está presente (lo que implica la pérdida del techo de la cámara pulpar).
- Las paredes vestibular y lingual.
- Las crestas marginales interproximales y el punto de contacto.
- La presencia de fisuras en el esmalte.
- Lesiones cervicales.

Estos factores actúan de forma interdependiente, contribuyendo al riesgo global de fractura. Por lo tanto, la toma de decisiones clínicas puede ser compleja debido a esta interacción de variables.(6)

1. La dentina interaxial, ubicada alrededor y sobre la cámara pulpar, es un factor clave en la resistencia de los dientes posteriores. La cantidad de dentina interaxial está directamente relacionada con la profundidad de la cavidad y la pérdida de dentina periférica. Esto significa que, cuanto mayor sea la profundidad de la cavidad, mayor será la pérdida de dentina interaxial y, por ende, menor será el grosor de las paredes dentales. A medida que se pierde dentina interaxial, aumenta la probabilidad de que las paredes remanentes estén más propensas a sufrir tensiones residuales y, eventualmente, fracturas.(6)

Aunque se sugiere un grosor mínimo de 1 mm (para cavidades centrales de hasta 4 mm de profundidad) como criterio para evitar la cobertura de cúspides, el contexto clínico, que incluye factores como altas cargas oclusales, fisuras en el esmalte o la presencia de erosión, puede hacer que el clínico decida cubrir las cúspides en estos casos.

2. Pared vestibular y lingual

Los estudios indican que la profundidad de la cavidad es más relevante que el grosor de las paredes vestibulares y linguales. Los molares con cavidades MOD de hasta 3 mm de profundidad no muestran un riesgo significativamente mayor de fractura, incluso si las paredes remanentes tienen solo 0,5 mm de grosor. Sin embargo, cuando la cavidad oclusal alcanza una profundidad de 5 mm, como ocurre en dientes vitales o tratados endodónticamente, el riesgo de fractura aumenta, incluso si las paredes son tan gruesas como 3,5 mm. No obstante, una cavidad de acceso endodóntico de más de 5 mm de profundidad, sin una pérdida estructural adicional, no disminuye significativamente la rigidez del diente.(6)



3. Cobertura de cúspides en presencia de fisuras

La presencia de fisuras en el esmalte, es decir, fracturas incompletas sin separación visible, es un factor importante a tener en cuenta al decidir sobre la necesidad de cubrir las cúspides, ya que estas fisuras pueden avanzar hacia la dentina. La transiluminación resulta una herramienta muy útil para identificar dichas fisuras. Aquellas que podrían requerir un tratamiento restaurador se manifiestan como un bloqueo definido de la luz durante el análisis de transiluminación. En contraste, las líneas de fisura son hallazgos fisiológicos del esmalte que no presentan un riesgo biomecánico significativo, permitiendo el paso continuo de la luz en dicho análisis. Si se detectan fisuras, la mayoría de los autores sugieren cubrir las cúspides afectadas, dado el alto riesgo de que progresen y causen una fractura.(6)

Se deben eliminar completamente las grietas dentinarias dentro de los 2 mm de la unión dentino-esmalte esta zona se denomina «zona de sellado periférico»(31) Si se dejan grietas en la dentina debajo de la restauración, los micromovimientos en función permitirán que las grietas se alarguen.(31)(2)

4. Presencia de lesiones cervicales

Puede no ser un factor decisivo para la cobertura de las cúspides si se van a realizar restauraciones con resina ya que este material puede restablecer las condiciones biomecánicas similares a los dientes no restaurados. Sin embargo, en el caso de que se considere una preparación axial adicional para aumentar la resistencia (que se comentará más adelante), o por razones estéticas, entonces el margen cervical tendrá que extenderse hasta la lesión cervical. Adicional tener en cuenta que se debe abordar la etiología de la lesión.(6)

IMPORTANCIA DEL GROSOR DE LAS CÚSPIDES

El análisis de las cúspides en tres planos (transversal, frontal y sagital) es fundamental para determinar si es necesario cubrirlas para evitar

fracturas. En dientes vitales, se recomienda cubrir las cúspides si su grosor es inferior a 2 mm. En dientes tratados endodónticamente, el grosor mínimo recomendado es de 3 mm.

Si una cúspide ha perdido la cresta marginal adyacente, incluso si su grosor de esmalte-dentina supera los 2 mm, se considera que ha perdido todos los enlaces estructurales (dentina interaxial, techo de la cámara pulpar y cresta marginal). En ese caso, la cúspide se comporta como un cantiléver, lo que aumenta considerablemente el riesgo de fractura. Por lo tanto, en estos casos, la altura de la cúspide se convierte en un factor crítico, y se recomienda cubrirla, a menos que el grosor intacto sea mayor a 2,5-3 mm.

En términos generales, si el grosor de las cúspides de un diente vital, medido en su parte más delgada y en eje con el ápice de la cúspide, es menor de 2 mm, se sugiere el cubrimiento cuspidéo. Para los dientes no vitales posteriores, este límite de grosor es de 3 mm.(1)

¿CUÁNDO REALIZAR LA REDUCCIÓN PREVENTIVA PARA CUBRIMIENTO ADHESIVO DE LAS CÚSPIDES?

Se recomienda considerar la reducción preventiva para la cobertura adhesiva de las cúspides en cavidades que superen los 5 mm de profundidad, como en dientes tratados endodónticamente o cavidades profundas en dientes vitales, especialmente si hay pérdida de la cresta marginal, incluso en presencia de paredes de 3 mm de grosor (**Fig. 4**). En estos casos, la pérdida de dentina interaxial y las tensiones sobre las paredes remanentes son mayores. Algunos autores sugieren el uso de composites reforzados con fibras como una alternativa a tratamientos indirectos más complejos. Sin embargo, otros estudios indican que estos materiales no eliminan la necesidad de cubrir las cúspides(6)



Figura 4. Clinical guidelines for posterior restorations based on Coverage, Adhesion, Resistance, Esthetics, and Subgingival management. The CARES concept

¿CUÁNTA REDUCCIÓN VERTICAL SE NECESITA PARA CUBRIR LAS CÚSPIDES?

La cantidad de reducción vertical necesaria para cubrir las cúspides depende principalmente del material restaurador que se utilizará. Generalmente, se recomienda una reducción de entre 1 y 2 mm. Las resinas CAD/CAM y las cerámicas vítreas reforzadas con disilicato de litio suelen requerir una menor reducción (alrededor de 1 mm), mientras que las cerámicas feldespáticas y las reforzadas con leucita requieren mayor reducción, aproximadamente 2 mm. En situaciones donde se mantiene el esmalte oclusal, como cuando hay un aumento en la dimensión vertical sin necesidad de reducción oclusal, el grosor del material restaurador puede ser menor, ya que el esmalte proporciona mayor rigidez.

En cuanto a la cantidad mínima de reducción necesaria, estudios recientes sugieren que una reducción de al menos 1,5 mm es ideal para reducir las tensiones biomecánicas en restauraciones cuspidas no retentivas(32). Esto es consistente con un estudio que analizó las interacciones biomecánicas entre el diseño de la preparación cuspidas y el grosor del cemento en restauraciones premolares cerámicas. En dicho estudio, se evaluaron diferentes niveles de reducción cuspidas (sin cobertura y con cobertura de la cúspide bucal con reducciones de 1,0 mm, 1,5 mm y 2,0 mm), así como distintos grosores de cemento (50, 100 y 150 micras). Los resultados

indicaron que las tensiones en el esmalte y el cemento eran mayores cuando la reducción cuspidas era de 1,0 mm o menos. No se encontraron diferencias significativas en las tensiones en la dentina, esmalte o cemento relacionadas con el grosor del cemento. Por tanto, el estudio concluyó que cuando se recomienda cubrir la cúspide, una reducción mínima de 1,5 mm podría ser la opción más segura para disminuir las tensiones biomecánicas.(33)

¿CUÁNDO DEBEN INCLUIRSE LAS CRESTAS MARGINALES Y EL PUNTO DE CONTACTO?

Incluir la cresta marginal y el punto de contacto en una restauración depende del estado de la estructura dental. Cuando la cresta marginal está intacta con su punto de contacto, pero las cúspides adyacentes se cubrirán, lo recomendable es incluirla si tiene menos de 1 mm de grosor (ausencia de DEJ) o presenta fisuras. La decisión de incluir el punto de contacto depende de su ubicación vertical en la zona interproximal. En pacientes jóvenes, suele haber suficiente espacio para mantener un grosor restaurador de 1,5 mm sin alcanzar el punto de contacto. Sin embargo, en dientes más desgastados, el punto de contacto suele estar más cerca de la superficie oclusal, por lo que será necesario incluirlo en la restauración para garantizar el grosor adecuado de material.(6)

PÉRDIDA DE ESTRUCTURA DENTAL Y MEDIDAS ADICIONALES DE RESISTENCIA

A mayor compromiso de las paredes verticales remanentes, menor cantidad de esmalte, lo que aumenta las cargas horizontales en la interfase adhesiva.

Un ejemplo extremo sería una preparación completamente plana a nivel gingival, que probablemente fracasaría por dos razones: a) el gran volumen vertical de la restauración aumentaría la carga de tracción sobre la interfase adhesiva; y b) el menor grosor del esmalte en la

zona gingival resultaría en una adhesión menos confiable. Por ello, es esencial establecer una altura mínima de las paredes remanentes, por debajo de la cual la restauración debe depender no solo de la adhesión, sino también de mecanismos adicionales(3).

Sin embargo, no existen estudios que aborden objetivamente la decisión de pasar de un "table top" a un "veneerlay" o "vonlay". Las recomendaciones actuales se basan en razones estéticas o en un daño más "extenso". Para aclarar esta decisión, los autores proponen una clasificación basada en la altura periférica mínima que guíe las decisiones clínicas.

El ecuador del diente, aunque variable, suele ubicarse aproximadamente a 2-3 mm coronales a la unión cemento-esmalte (UCE) en las superficies vestibular y lingual de los dientes posteriores. Este criterio es útil para predecir la retención adhesiva al esmalte, ya que a partir de esta zona, el grosor del esmalte disminuye por debajo de 1 mm.

Los autores proponen una reflexión basada en la altura de las paredes remanentes en la periferia del diente para ayudar en la toma de decisiones restauradoras Fig. 5. Definen tres grados de pérdida de estructura que guían las medidas a tomar:

- Pérdida leve: Paredes restantes con esmalte por encima de la mitad de la altura de la corona clínica (> 3 mm) en más de dos tercios de la periferia del diente.
- Pérdida moderada: Paredes restantes con esmalte por encima de la mitad de la altura de la corona clínica (> 3 mm) entre un tercio y dos tercios de la periferia del diente.
- Pérdida grave: Paredes restantes con esmalte por encima de la mitad de la altura de la corona clínica (> 3 mm) en menos de un tercio de la periferia del diente .(6)

En los casos con pérdida leve de tejido, la técnica puede consistir en una simple cobertura de la cúspide según los criterios indicados anteriormente, sin ningún diseño adicional - una "table top" o "carilla oclusal".

Para los casos con pérdida moderada de tejido (es decir, cuando hay menos estructura periférica vertical y poco grosor de esmalte para la adhesión), los autores sugieren la necesidad de una zona adhesiva adicional o medidas de resistencia extra, tales como:

1. Preparación axial con hombro o chaflán (recubrimiento largo, si es parcial o corona adhesiva si es contorno completo)
2. Uso de la cámara pulpar con endocorona.
3. Combinación de endocorona y preparación axial.

A medida que la situación de la cavidad se vuelve más desfavorable, se debe considerar más la opción de eliminar y cubrir las cúspides para prevenir fracturas coronales.(6)

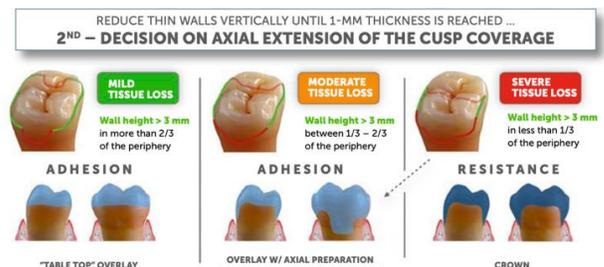


Figura 5. Clinical guidelines for posterior restorations based on Coverage, Adhesion, Resistance, Esthetics, and Subgingival management. The CARES concept

SITUACIONES DONDE SE PUEDE MANTENER UNA CÚSPIDE:

1. Cúspide gruesa: Una cúspide que puede soportar la oclusión contribuye significativamente a la resistencia a la fractura del diente, sin generar inestabilidad. Estas cúspides remanentes resisten las fuerzas oclusales y evitan la flexión, lo que reduce el estrés en la interfase. Sin embargo, el margen oclusal

queda expuesto al desgaste, lo que puede generar discrepancias marginales. Además, el desgaste del esmalte, que es mayor que el de la cerámica, puede provocar escalones cerámicos positivos que, si no se ajustan adecuadamente, podrían generar grietas. Por lo tanto, al confeccionar una corona parcial, es crucial asegurar un ajuste perfecto en la superficie oclusal y minimizar el espacio marginal de cementación.

2. Cúspide bucal gruesa en premolares maxilares: Esta cúspide puede conservarse por razones estéticas, pero la resistencia del diente restaurado no será la misma que la de uno con preparación circunferencial. Es importante evaluar el trayecto latero-trusivo y la guía de los premolares, especialmente si falta un primer molar, ya que esto puede sobrecargar los premolares durante la oclusión. En general, es preferible reducir las cúspides para que la restauración cerámica opere en condiciones óptimas de compresión, lo que contribuye a una preparación más robusta.
3. Reconstrucción adhesiva sin cubrimiento de cúspides: Se sugiere realizar una reposición adhesiva del tejido perdido sin cubrir las cúspides en dientes posteriores con suficiente dentina interaxial, donde la cavidad oclusal central sea de hasta 4 mm (dientes vitales, sin acceso endodóntico), grosor de pared vestibular o lingual de al menos 1 mm, y sin fisuras u otros signos de tensión mecánica y química.(6)

4.4 INCLINACIÓN ADECUADA DE LAS CÚSPIDES BUCALES Y LINGUALES

Este factor es fundamental para garantizar que las fuerzas oclusales se distribuyan correctamente durante la función masticatoria. La restauración debe contar con un grosor mínimo de 1.5 mm para proporcionar resistencia adecuada y, además, replicar la anatomía natural del diente. Esto incluye la correcta inclinación de las cúspides

hacia afuera (externa) e internamente, permitiendo que las cargas oclusales se transfieran al diente de manera eficiente **Fig. 6**. Durante la carga oclusal, las tensiones generadas deben moverse de forma centripeta, es decir, desde la periferia hacia el centro del diente. Este mecanismo ayuda a disipar mejor las fuerzas y alinearlas con el eje axial de las raíces, optimizando la función del diente restaurado y disminuyendo el riesgo de fracturas.(32)

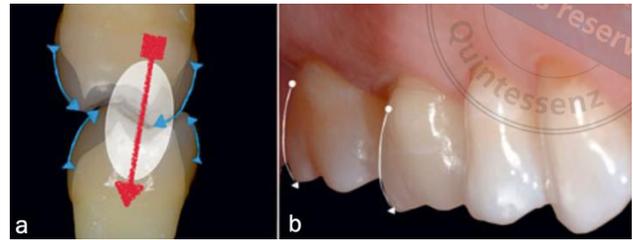


Figura 6. Nonretentive Bonded Ceramic Partial Crowns: Concept and Simplified Protocol for Long-lasting Dental Restorations.

En la imagen (a), se observa cómo la restauración de la corona parcial debe mantener la inclinación natural de las cúspides (señaladas con flechas azules). Esto asegura que la carga oclusal sea transferida correctamente hacia el diente (flecha roja), logrando que las tensiones se muevan desde las áreas periféricas hacia el centro del diente, en una dirección centripeta.

En la imagen (b), se visualiza un overlay correctamente adaptado sobre un primer molar maxilar. La superficie bucal (indicada con la flecha blanca) tiene la inclinación adecuada para garantizar una distribución óptima de las tensiones en el diente restaurado, lo que permite una mejor función(32)

5. REGLAS GENERALES PARA UN DISEÑO DE PREPARACIÓN EFICIENTE

A continuación, se describen las reglas generales que deben seguirse para un diseño de preparación eficiente (34)(35):

1. Ausencia de socavados:

La preparación debe estar libre de socavados para permitir el correcto posicionamiento y adaptación de la restauración. Una superficie sin socavados facilita la inserción y mejora el ajuste de la restauración.



2. Esquinas redondeadas:

Las esquinas y ángulos afilados deben evitarse, ya que pueden concentrar tensiones y debilitar tanto el diente como la restauración. Las transiciones suaves distribuyen mejor las tensiones, reduciendo el riesgo de fracturas(36).

3. Líneas de terminación definidas:

Es crucial que las líneas de terminación sean claras y bien definidas para asegurar un ajuste adecuado de la restauración y facilitar el proceso de cementación, garantizando un sellado eficiente.

4. Preparación en esmalte para la adhesión:

La cavidad debe estar diseñada para ofrecer un sustrato adecuado para la adhesión, principalmente en el esmalte, que proporciona mayor estabilidad y durabilidad a largo plazo. Siempre que sea posible, los márgenes deben situarse en esmalte para prevenir filtraciones.

5. Geometría básica sencilla:

Se recomienda una geometría simple en la cavidad para facilitar el ajuste de la restauración y optimizar la distribución de las fuerzas, minimizando concentraciones de tensión.

6. Grosor adecuado y uniforme de la restauración:

Para asegurar la durabilidad de la restauración ante cargas oclusales, su grosor mínimo debe ser de 1.5 a 2 mm. Un grosor uniforme también es esencial para evitar fracturas, especialmente en restauraciones cerámicas.

7. Reducción de tensión en áreas vulnerables:

Las áreas vulnerables deben contar con transiciones suaves para evitar picos de tensión y aumentar la longevidad de la restauración. Esto es especialmente importante en las restauraciones cerámicas.

8. Área de cementación amplia:

Cuanto mayor sea la superficie de contacto entre el diente preparado y la restauración, mejor será la adhesión y distribución de las cargas oclusales. Es esencial asegurar una área de cementación extensa para mejorar la estabilidad de la restauración.

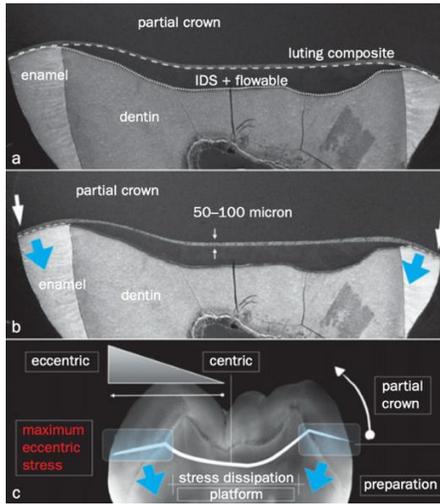
9. Preparación oblicua de los prismas del esmalte:

Giannini et al(37). han demostrado que la adhesión en esmalte seccionado oblicuamente genera una fuerza de adhesión notablemente superior en comparación con el esmalte cortado horizontalmente. Este tipo de esmalte, al estar seccionado oblicuamente, cuenta con un soporte completo de la dentina. Como resultado, las tensiones se redistribuirán de manera centrípeta en el interior del diente en lugar de en el exterior **Fig. 7**. Así, la restauración se beneficiará de un soporte más estable en las áreas donde se concentran las máximas tensiones excéntricas(9)

10. Optimización de la zona de preparación:

Es crucial crear una zona anti frágil en la mitad inferior del diente para controlar la concentración de fuerzas oclusales y preservar la integridad del diente,

especialmente bajo cargas de trabajo y no de trabajo(32)



Nonretentive Bonded Ceramic Partial Crowns: Concept and Simplified Protocol for Long-lasting Dental Restorations.

Fotografías SEM del complejo diente-restauración cerámica que muestran cuatro requisitos del diseño de la preparación del diente.

Figura 7 Fotografías SEM del complejo diente-obturación-restauración cerámica mostrando los cuatro requisitos del diseño de la preparación del diente. (1) La zona de preparación (línea blanca de puntos pequeños) debe ser antifrágil, ya que durante la oclusión y la articulación, las fuerzas oclusales de trabajo y de no trabajo se concentran principalmente en la mitad inferior del diente.

(2) La superficie preparada debe ser lisa sin transiciones fuertes para disminuir la concentración de tensiones en el complejo

(3) Tras la aplicación del IDS y el bloqueo de socavados con resina fluida, se crea una zona de disipación de tensiones (línea blanca de puntos largos). Esto significa que las fuerzas, absorbidas por la restauración, se transfieren de la forma más favorable a la interfase adhesiva y al diente, convirtiendo la tensión de tracción en la cerámica y en la interfase tanto como sea posible en tensión de compresión.

(4) Los márgenes de preparación estén definidos. El área de cementación varía entre 50- 100 µm (flechas blancas pequeñas).

Lo ideal es que los márgenes de la preparación se sitúen en el esmalte (flechas blancas grandes), aunque esto viene determinado por la extensión de la lesión.

Los prismas de esmalte deben seccionarse de forma oblicua para garantizar la máxima fuerza de adhesión y crear una estabilidad mecánica óptima para la restauración (flechas azules). c. Al seccionar los

prismas de esmalte de forma oblicua, las tensiones se reubicarán principalmente de forma centrípeta dentro del diente, no fuera de él. La restauración tendrá el soporte más estable en las zonas donde se concentra la máxima tensión céntrica.

6. TIPOS DE TERMINACIÓN

1. Butt Joint (junta a tope):

Este diseño se utiliza cuando es necesario reducir la cúspide debido a un grosor residual insuficiente para proteger el diente de las fuerzas oclusales, o en casos de fractura de la cúspide en el tercio oclusal (o medio en algunos casos). Para restauraciones que requieren un soporte adicional debido a la debilidad de la estructura dental remanente(27).

(Fig 8) La indicación es una reducción de cúspides para proteger el diente la fractura de cúspides en el caso de una cavidad importante (tanto en dientes vitales como no vitales)(22)

○ Indicaciones:

- Reducción de cúspides por insuficiencia de grosor residual.
- Fractura cuspidéa en el tercio oclusal.
- Restauraciones sobre dientes con erosión o abrasión severa.

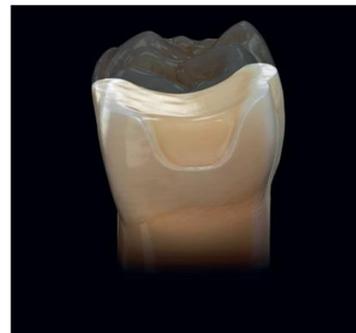


Figura 8 Ferraris F. Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and adhesion clinical protocol. Int J Esthet Dent.

2. Bevel(Bisel):

Similar al butt joint, pero con la adición de un bisel inclinado, generalmente a 45 grados o más, con una longitud de 1-1.5 mm(**Fig 9**). Este tipo de preparación se utiliza para mejorar la adhesión, ya que incrementa la superficie de esmalte

disponible para el procedimiento de cementación. Además, el bisel es útil para crear una mejor integración estética, ya que suaviza la transición entre la restauración y el diente natural. En algunos casos, el bisel puede extenderse alrededor de toda la circunferencia de la preparación, formando un "bisel completo".

○ Indicaciones:

- Mejora de la integración estética en la transición diente-restauración.
- Aumentar la superficie de adhesión en esmalte.
- Necesidad de crear espacio adicional para la restauración en áreas periféricas.(27)

La variación del bisel completo 360 grados alrededor del diente, incluye las crestas proximales (que es más conservador en comparación con las cajas proximales) en una situación en la que hay ausencia de lesiones de caries extendidas y profundas. (22)

El bisel completo (Full Bevel) demostró ser el diseño con la mayor resistencia a la fractura en comparación con otros tipos de preparación evaluados, según el estudio de Ferraris et al. Esto sugiere que las preparaciones menos invasivas, como el bisel completo, pueden ser tan efectivas o incluso más que las coronas completas en términos de resistencia estructural(22)

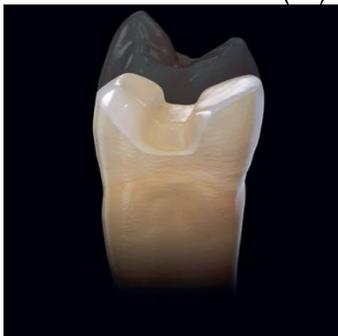


Figura 9 Ferraris F. Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and adhesion clinical protocol. Int J Esthet Dent.

3. Hombro redondeado:

Este diseño incluye un hombro redondeado en la periferia de la restauración, lo que

permite mayor grosor en las áreas periféricas del esmalte y mejora la adhesión(Fig 10). El hombro redondeado se utiliza en situaciones donde se requiere una mayor protección estructural, especialmente en dientes con fracturas cuspidas en el tercio cervical o medio. Este tipo de preparación permite soportar una restauración con mayor grosor, protegiendo así las áreas más debilitadas del diente.

○ Indicaciones:

- Fracturas cuspidas en el tercio cervical o medio del diente.
- Necesidad de mayor grosor estructural para cubrimiento cuspeo.
- Situaciones donde se requiere una mayor protección estructural en la periferia del diente.(27)

Esta preparación generalmente no se realiza en todo el perímetro dental (360 grados). En los protocolos adhesivos, está indicado cuando existe una fractura de cúspide previa en tercio cervical-medio) y se prepara solo alrededor de la cúspide que se fracturó.(22)

En el estudio in vitro realizado por Ferraris et al., se observó que la preparación de hombro presentó una alta incidencia de fracturas catastróficas que afectaban a la raíz (modo IV) (22)lo que sugiere que esta técnica podría no ofrecer la protección estructural adicional que se busca. Debe usarse según sus indicaciones y no debe usarse como primera opción.



Figura 10 Ferraris F. Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and adhesion clinical protocol. Int J Esthet Dent.



4. Corona completa

Está indicada principalmente cuando el diente está gravemente dañado, (generalmente en dientes no vitales), siempre que conserve una ferrule residual que aporte estabilidad. Para ser más conservador, se puede optar por un chafán modificado de 0,6 mm, que preserva más estructura dental(22). Sin embargo, este diseño es el más invasivo, ya que implica la eliminación de entre 67,5% y 75,6% de la estructura del diente(38). A pesar de que muchos clínicos consideran a la corona completa como el diseño más resistente, el estudio de Ferraris et al. demostró que las coronas completas con chafán de 0,6 mm no presentaron mejor resistencia a la fractura que otros diseños conservadores, como el bisel completo, cuestionando la creencia de su superioridad en seguridad y durabilidad(22).

7. TÉCNICA DE PREPARACIÓN MORFOLÓGICAMENTE GUIADA

Esta técnica tiene como objetivo cumplir con los siguientes principios clave:

1. Maximizar la calidad de la adhesión.
2. Minimizar la exposición de la dentina.
3. Preservar al máximo el tejido dental.
4. Optimizar la integración estética.
5. Facilitar una inserción suave de la restauración durante la cementación.

7.1 PREPARACIÓN:

- La preparación en interproximal debe ser tipo butt joint, con una profundidad de 1 a 1.2 mm, con un máximo de 1.5 mm.
- Las paredes internas deben tener una divergencia de 6 a 10 grados.
- La reducción oclusal debe seguir la anatomía de las fisuras, con un espesor que varía de 1 a 2 mm, dependiendo del material restaurador. No es necesario crear una caja oclusal.
- Las paredes axiales deben prepararse con un plano inclinado, ya sea un hollow chamfer o un bisel, especialmente cuando

se realiza un cubrimiento de cúspides. Esto se aplica cuando las paredes axiales están coronales a la línea de máximo contorno.

- Si las paredes axiales se encuentran apicales a la línea de máximo contorno, involucrando el tercio cervical de la cúspide, es preferible realizar un butt joint con las mismas características descritas anteriormente.
- Solo se debe realizar una caja proximal si existe un defecto en la zona (profundidad de 1.2 mm).
- Para evitar márgenes agudos, se debe conectar el bisel con una preparación tipo "slide".

7.2 CONSIDERACIONES SEGÚN LAS DIFERENCIAS ENTRE DIENTES MAXILARES Y MANDIBULARES

MOLARES Y PREMOLARES MAXILARES

- Consideraciones geométricas: Las paredes axiales palatinas y bucales deben converger en dirección coronal hacia la línea de máximo contorno, ubicada en el tercio cervical del diente. Si se realiza un cubrimiento cuspidé y el margen de la restauración queda por encima del ecuador del diente, se recomienda una preparación con hollow chamfer o bisel, siguiendo la inclinación de las paredes axiales. Esto asegura un corte transversal de los prismas del esmalte en relación con su eje axial.

En la zona interproximal, las paredes deben converger apicalmente, posicionando la línea de máximo contorno en el tercio oclusal. El diseño del margen en esta área debe ser un hombro redondeado, ya que un bisel o plano inclinado movería el margen hacia una posición más apical, reduciendo el grosor cervical.

- Consideraciones estructurales: Desde una perspectiva tridimensional, observamos que la dentina tiene una forma cóncava en el tercio medio, mientras que el esmalte es convexo por

encima del ecuador del diente. La preparación ideal, especialmente en las superficies palatinas y bucales, debe inclinarse de manera que siga esta morfología, cortando la convexidad del esmalte sin exponer la dentina.

esmalte con una superficie de dentina más rectilínea. Basado en estas consideraciones se justifica el uso de hombro en la superficie lingual (28)

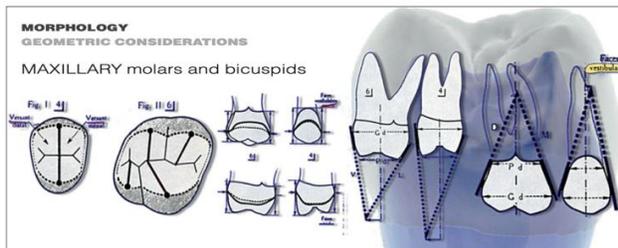
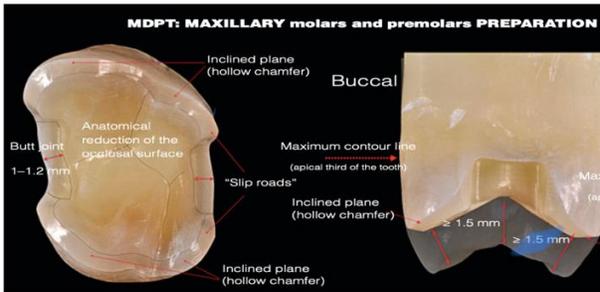


Fig 12 Geometric considerations (for maxillary molars and bicuspid) that underlie the MDPT. [Original images from: Marseillier E. Les Dents Humaines Morphologie. Gauthier-Villars, 1967.]

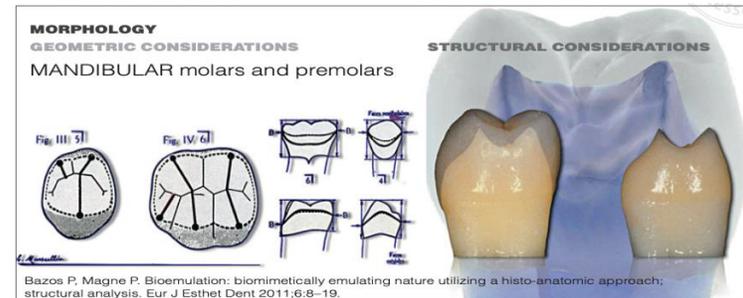
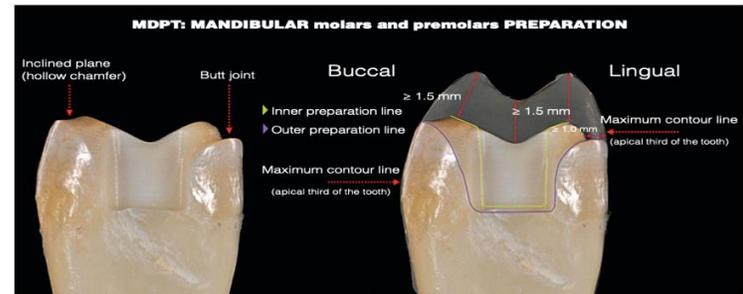


Fig 15 Geometric and structural considerations (for mandibular molars and premolars) that underlie the MDPT. [Original images from: Marseillier E. Les Dents Humaines Morphologie. Gauthier-Villars, 1967.]

MOLARES Y PREMOLARES MANDIBULARES

- Consideraciones geométricas:
 - Las paredes bucales están inclinadas con una convergencia a oclusal, con la línea de máximo contorno en tercio cervical
 - Las paredes linguales son más verticales, con la línea de máximo contorno ubicada en el tercio oclusal
 - El margen bucal generalmente se prepara con un plano inclinado, con la excepción de que la pérdida sea tanta que llegue al tercio cervical
 - El margen lingual es representado generalmente con un hombro redondeado, porque generalmente las restauraciones involucran tercio medio y oclusal de la cúspide, con márgenes ubicados debajo del ecuador del diente
- Consideraciones estructurales: En lingual una morfología ligeramente convexa del

8.PROTOCOLO CLÍNICO

- 1) Análisis biomecánico antes de la remoción de la restauración (39)
 - Cantidad y calidad de estructura remanente
 - Profundidad y tamaño de la restauración, lesión o defecto existente (análisis radiográfico, riesgo de exposición pulpar)
 - Fracturas, fisuras
 - Diente vital o no vital
- 2) Análisis de fuerzas y cargas sobre el diente a tratar (40)
- 3) Aislamiento absoluto
- 4) Remoción de la restauración y análisis de estructura remanente(39)(1)
 - Análisis detallado de las 4 estructuras principales
- Cantidad de dentina interaxial



- Rebordes marginales
- Techo de cámara pulpar
- Grosor de cúspides
 - Definir tipo de restauración según remanente dental
- Directa
- Indirecta
 - Análisis de cubrimiento cuspeideo
 - a. Análisis según profundidad de cavidad+ grosor de paredes
 - Dientes vitales
 - Dientes no vitales (sin techo de cámara pulpar)
 - b. Presencia de fisuras
 - c. Lesiones cervicales
 - d. Grosor de cúspides
 - Vitales
 - No vitales
 - e. Análisis de reducción preventiva de cúspides
 - f. Análisis de inclusión de crestas marginales y punto de contacto
 - g. Análisis de necesidad de medidas de retención adicional
 - Preparación axial
 - Endocorona
 - Preparación axial + endocorona
- 5. Elegir tipo de restauración según el defecto
 - Inlay
 - Onlay
 - Overlay
 - Long wrap overlay
 - Corona adhesiva
 - Table top
 - Veneerlay
- 6. Inicio de preparación, aplicando principios básicos:
 - Esquinas redondeadas
 - Líneas definidas
 - Geometría sencilla
 - Grosor uniforme
 - Transiciones suaves en áreas vulnerables

- Área de cementación amplia
- Preparación oblicua a los primas del esmalte
- Márgenes de la preparación idealmente sobre esmalte
- Optimización del sustrato + block out o build up

- Selle dentinario inmediato:

La dentina recién preparada es más permeable en comparación con la dentina más antigua, lo que la hace más susceptible a la contaminación bacteriana. La aplicación de un adhesivo dentinario sobre la dentina recién preparada puede sellar y proteger esta superficie contra la filtración bacteriana. La adhesión se establece sobre dentina recién cortada sin contaminación por cemento temporal(41). En general, se ha observado que la fuerza de adhesión de una restauración indirecta aumenta con el uso del selle dentinario inmediato.(42)(43)(44)(45)

Los adhesivos gold standard documentados son el adhesivo de grabado y aclarado en 3 pasos Optibond FL (KerrHawe) y el adhesivo suave de autograbado en 2 pasos Clearfil SE Bond (Kuraray Noritake)(32)(46)

- Resin coating- block out:

Se da la polimerización del adhesivo por mínimo 5 minutos para evitar el desacople con el tiempo. Este protocolo establece que el estrés de la contracción de polimerización a la unión dentinaria en desarrollo de la capa híbrida debe minimizarse durante un cierto período de tiempo, (de 5 a 30 minutos), manteniendo los incrementos iniciales a un grosor mínimo (es decir, menos de 2 mm).(45) Este grosor mínimo impide la conexión de la dentina profunda con el esmalte o la dentina superficial antes de que la capa híbrida haya madurado y esté próxima a su resistencia total. Este procedimiento neutraliza la «Jerarquía de adhesión», que establece que la contracción de la resina compuesta se mueve hacia las paredes de la preparación que están más mineralizadas y secas y se aleja de las paredes de la preparación que están más húmedas y orgánicas.(47)



Posteriormente se aplica una resina compuesta fluida de alto relleno(45) para bloquear de forma microselectiva las socavaduras en la preparación de la dentina(48) actúa como barrera física contra el tratamiento mecánico de la superficie durante la cementación, preservando la integridad de la capa adhesiva(49). y al mismo tiempo, se corrigen geoméricamente las cavidades profundas, estrechas y complejas. Permite preparaciones conservadoras, porque algunos socavados no deberán ser removidos por que serán rellenos con material restaurador(50). La aplicación del composite fluido estabilizará y protegerá la capa híbrida recién formada y aumentará su grado de conversión(32)

7. Re-preparación de márgenes en esmalte(32)(6)
8. Cementación de restauración en disilicato de litio
 - Comprobación del ajuste y adaptación marginal de la corona parcial cerámica
 - Tratamiento adhesivo de la corona parcial de cerámica vítrea de disilicato de litio
 - Grabado con Ácido:
 - Grabado de la cara interna de la corona parcial de cerámica vítrea de disilicato de litio con ácido HF (9,6%) durante 20 segundos. Enjuagar cuidadosamente con spray de aire-agua durante 60 segundos.
 - Secado con aire
 - Aplicación de Silano:
 - Aplicar una gota de silano sobre la superficie cerámica grabada
 - Secado del Silano:
 - Después de 60 segundos, secar activamente la superficie silanizada con aire para eliminar el disolvente residual.
 - Aplicación del Adhesivo:

- Aplicar el agente adhesivo con relleno de partículas sobre toda la superficie silanizada
 - Aplicación cemento resinoso
- Tratamiento adhesivo de la preparación dental para cementar la corona parcial de cerámica
 - Arenado
 - Arenar la superficie dental mediante abrasión con aire utilizando partículas de 30 μm durante 5 a 10 segundos(45).
 - Aplicación ácido fosfórico
 - Sobre toda la superficie dental preparada. Este gel crea un patrón de grabado microrretentivo en el esmalte y limpia la superficie de dentina cubierta con la capa de sellado dentinario inmediato
 - Enjuague y Secado
 - Aplicación del Adhesivo
- Cementación de la corona parcial de cerámica

Las coronas parciales cerámicas cementadas adhesivas refuerzan el tejido dental remanente. En cuanto a los materiales cerámicos para restauraciones indirectas adheridas, los resultados más favorables in vivo e in vitro se obtienen con las cerámicas vítreas de disilicato de litio, que son las más resistentes y grabables disponibles actualmente.(27)

Para lograr un rendimiento óptimo, el grosor de la restauración cerámica debe ser de al menos 1,5 mm y lo más uniforme posible, lo que permite una distribución homogénea de las tensiones y fuerzas en la restauración, en la superficie dental preparada y a través de la interfase



adhesiva durante la carga oclusal. Este objetivo se puede alcanzar siguiendo las directrices descritas para el diseño de la preparación.(32)

El disilicato de litio, utilizado en un enfoque monolítico, ofrece un buen rendimiento con espesores reducidos, alcanzando entre 1,0 y 1,5 mm(28). El éxito de la adhesión al diente depende de la adecuada preparación y acondicionamiento de las superficies implicadas, es decir, la cerámica (grabado y aplicación de silano) y los tejidos dentales mineralizados (grabado del esmalte y acondicionamiento de la dentina). Cuando se restaura el grosor original del esmalte utilizando porcelana como sustituto, el diente recupera sus propiedades estructurales, ópticas y biomecánicas originales.(27)

9. Finalización, verificación de la oclusión y pulido de los márgenes de la restauración

BIBLIOGRAFÍA

1. **Sadan A. QDT 2006: quintessence of dental technology. Lombard, Ill.: Quintessence Pub.; 2006.**
2. **Brannstrom M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. J Endod. octubre de 1986;12(10):453-7.**
3. **Brännström M. Dentin and pulp in restorative dentistry. London: Wolfe Medical Publ; 1982. 125 p. (Wolfe medical atlases).**
4. **Magne P, Belser UC. Rationalization of shape and related stress distribution in posterior teeth: a finite element study using nonlinear contact analysis. Int J Periodontics Restorative Dent. octubre de 2002;22(5):425-33.**
5. **Vardimon AD, Beckmann S, Shpack N, Sarne O, Brosh T. Posterior and anterior components of force during bite loading. J Biomech. 2007;40(4):820-7.**
6. **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. 18 de julio de 2023;18(3):244-65.**
7. **Magne P, Douglas WH. Rationalization of esthetic restorative dentistry based on biomimetics. J Esthet Dent. 1999;11(1):5-15.**
8. **Bazos P, Magne P. Bio-emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach; structural analysis. Eur J Esthet Dent Off J Eur Acad Esthet Dent. 2011;6(1):8-19.**
9. **Carvalho RM, Santiago SL, Fernandes CA, Suh BI, Pashley DH. Effects of prism orientation on tensile strength of enamel. J Adhes Dent. 2000;2(4):251-7.**
10. **Carvalho RM, Tjäderhane L, Manso AP, Carrilho MR, Carvalho CAR. Dentin as a bonding substrate. Endod Top. septiembre de 2009;21(1):62-88.**
11. **Milicich G. The compression dome concept: the restorative implications. Gen Dent. 2017;65(5):55-60.**
12. **Milicich G, Rainey JT. Clinical presentations of stress distribution in**



teeth and the significance in operative dentistry. *Pract Periodontics Aesthetic Dent PPAD*. septiembre de 2000;12(7):695-700; quiz 702.

13. Magne P, Belser U. *Biomimetic restorative dentistry*. Second edition. Batavia, IL: Quintessence Publishing Co., Inc; 2021.
14. Urabe I, Nakajima S, Sano H, Tagami J. Physical properties of the dentin-enamel junction region. *Am J Dent*. junio de 2000;13(3):129-35.
15. Hofsteenge J, Van Den Heijkant I, Cune M, Bazos P, Van Der Made S, Kerdijk W, et al. Influence of Preparation Design and Restorative Material on Fatigue and Fracture Strength of Restored Maxillary Premolars. *Oper Dent*. 1 de marzo de 2021;46(2):E68-79.
16. Mondelli J, Steagall L, Ishikiriyama A, de Lima Navarro MF, Soares FB. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. *J Prosthet Dent*. abril de 1980;43(4):419-22.
17. Larson TD, Douglas WH, Geistfeld RE. Effect of prepared cavities on the strength of teeth. *Oper Dent*. 1981;6(1):2-5.
18. Linn J, Messer HH. Effect of restorative procedures on the strength of endodontically treated molars. *J Endod*. octubre de 1994;20(10):479-85.
19. Pantvisai P, Messer HH. Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures. *J Endod*. febrero de 1995;21(2):57-61.
20. González-López S, De Haro-Gasquet F, Vilchez-Díaz M, Ceballos L, Bravo M. Effect of Restorative Procedures and Occlusal Loading on Cuspal Deflection. *Oper Dent*. 1 de enero de 2006;31(1):33-8.
21. González-López S, Vilchez Díaz MA, de Haro-Gasquet F, Ceballos L, de Haro-Muñoz C. Cuspal flexure of teeth with composite restorations subjected to occlusal loading. *J Adhes Dent*. febrero de 2007;9(1):11-5.
22. Ferraris F, Sammarco E, Romano G, Cincera S, Marchesi G. Comparison of posterior indirect adhesive restorations (PIAR) with different preparation designs according to the adhesion classification. Part 1: Effects on the fracture resistance. *Int J Esthet Dent*. 10 de mayo de 2021;16(2):144-67.
23. Trope M, Ray HL. Resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. enero de 1992;73(1):99-102.
24. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature--Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. octubre de 2007;38(9):733-43.
25. Hülsmann M, Heckendorff M, Schäfers F. Comparative in-vitro evaluation of three chelator pastes. *Int Endod J*. agosto de 2002;35(8):668-79.
26. Grigoratos D, Knowles J, Ng YL, Gulabivala K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *Int Endod J*. marzo de 2001;34(2):113-9.



27. Ferraris F. Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and aesthetics clinical protocol. *Int J Esthet Dent.* 2017;12(4):482-502.
28. Veneziani M. Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique. *Int J Esthet Dent.* 2017;12(2):204-30.
29. Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 1. *Eur J Esthet Dent Off J Eur Acad Esthet Dent.* 2008;3(1):30-44.
30. Dietschi D, Argente A. A comprehensive and conservative approach for the restoration of abrasion and erosion. Part I: concepts and clinical rationale for early intervention using adhesive techniques. *Eur J Esthet Dent Off J Eur Acad Esthet Dent.* 2011;6(1):20-33.
31. Alleman DS, Magne P. A systematic approach to deep caries removal end points: the peripheral seal concept in adhesive dentistry. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. marzo de 2012;43(3):197-208.
32. Politano G, Van Meerbeek B, Peumans M. Nonretentive Bonded Ceramic Partial Crowns: Concept and Simplified Protocol for Long-lasting Dental Restorations. *J Adhes Dent.* 2018;20(6):495-510.
33. Chang YH, Lin WH, Kuo WC, Chang CY, Lin CL. Mechanical interactions of cuspal-coverage designs and cement thickness in a cuspal-replacing ceramic premolar restoration: a finite element study. *Med Biol Eng Comput.* abril de 2009;47(4):367-74.
34. Arnetzl GV, Arnetzl G. Design of preparations for all-ceramic inlay materials. *Int J Comput Dent.* octubre de 2006;9(4):289-98.
35. Arnetzl GV, Arnetzl G. Biomechanical examination of inlay geometries--is there a basic biomechanical principle? *Int J Comput Dent.* 2009;12(2):119-30.
36. Ahlers MO, Mörig G, Blunck U, Hajtó J, Pröbster L, Frankenberger R. Guidelines for the preparation of CAD/CAM ceramic inlays and partial crowns. *Int J Comput Dent.* 2009;12(4):309-25.
37. Giannini M. Ultimate tensile strength of tooth structures. *Dent Mater.* mayo de 2004;20(4):322-9.
38. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent.* junio de 2002;22(3):241-9.
39. Ritter AV, editor. *Sturdevant's art and science of operative dentistry.* Seventh edition. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2019. 530 p.
40. Torres CRG, editor. *Modern Operative Dentistry: Principles for Clinical Practice.* Cham, Switzerland: Springer; 2020. 715 p. (Textbooks in Contemporary Dentistry).
41. Yap AU, Shah KC, Loh ET, Sim SS, Tan CC. Influence of eugenol-containing temporary restorations on



- bond strength of composite to dentin. *Oper Dent.* 2001;26(6):556-61.
42. Magne P. Immediate Dentin Sealing: A Fundamental Procedure for Indirect Bonded Restorations. *J Esthet Restor Dent.* 30 de octubre de 2006;17(3):144-54.
43. Magne P, So WS, Cascione D. Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *J Prosthet Dent.* septiembre de 2007;98(3):166-74.
44. Dietschi D, Spreafico R. Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part I. Historical perspectives and clinical rationale for a biosubstitutive approach. *Int J Esthet Dent.* 2015;10(2):210-27.
45. Starr Alleman D. The Protocols of Biomimetic Restorative Dentistry: 2002 to 2017. junio de 2017;Volume 13, Issue 6.
46. Dietschi D, Monasevic M, Krejci I, Davidson C. Marginal and internal adaptation of class II restorations after immediate or delayed composite placement. *J Dent.* 2002;30(5-6):259-69.
47. Nikolaenko SA, Lohbauer U, Roggendorf M, Petschelt A, Dasch W, Frankenberger R. Influence of c-factor and layering technique on microtensile bond strength to dentin. *Dent Mater.* julio de 2004;20(6):579-85.
48. Giannini M, Takagaki T, Bacelar-Sá R, Vermelho PM, Ambrosano GMB, Sadr A, et al. Influence of resin coating on bond strength of self-adhesive resin cements to dentin. *Dent Mater J.* 2015;34(6):822-7.
49. Stavridakis MM, Krejci I, Magne P. Immediate dentin sealing of onlay preparations: thickness of pre-cured Dentin Bonding Agent and effect of surface cleaning. *Oper Dent.* 2005;30(6):747-57.
50. Dietschi D, Spreafico R. Adhesive metal-free restorations: current concepts for the esthetic treatment of posterior teeth. Chicago: Quintessence Publishing; 1997. 215 p.