



Facultad de Ciencias de la Salud

Especialidad de Rehabilitación Oral y Prótesis Implanto Asistida

Tema:

Punto De Concentración De Estrés En Carillas De Feldespato Y Disilicato De Litio, Mediante Elementos Finitos

Tesis para la obtención del Título de

“Especialista en Rehabilitación Oral y Prótesis Implanto Asistida”

Presentada por:

Marcos Fabricio Almeida Jiménez

Tutor:

Jennifer Valeria Castro Vaca

Quito, mayo de 2025

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el punto de concentración de tensiones en carillas dentales de disilicato de litio y feldespato mediante elementos finitos. Se desarrollaron modelos tridimensionales a partir de dientes de ivorina en un incisivo central, considerando los parámetros de una restauración estándar para un grosor ideal para el material. La simulación fue realizada bajo cargas funcionales (174,6 N – 220,24 N) y condiciones clínicamente representativas. Los resultados indicaron que el disilicato de litio presentó una concentración máxima de tensiones de 268,4 MPa, con un factor de seguridad de 1,78. En contraste, la cerámica feldespática exhibió tensiones máximas de 127,2 MPa, con un factor de seguridad menor (1,26). El patrón de distribución de esfuerzo entre los dos materiales fue diferente, el disilicato mostró mayor concentración en la unión incisal-cemento, mientras que en el feldespato se dispersaron hacia el tercio incisal. Los resultados muestran que el disilicato ofrece mejor resistencia mecánica y menor deformación gracias a su mejor distribución de tensiones a comparación de la cerámica feldespática, el presente estudio ofrece información relevante para la planificación de tratamientos estéticos con carillas dentales según las características específicas de cada material.

Palabras clave: Disilicato de Litio, Feldespato, Carillas dentales, Cerámicas, Punto de fractura.

Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Marcos Fabricio Almeida Jiménez

C.I: 1725373177

Dedicatoria

A mis padres,

Porque sin ustedes, este logro no habría sido posible.

Gracias por estar conmigo desde el primer día, por acompañarme en cada paso de este proceso que duró dos años y medio, y por no soltar mi mano ni un solo momento.

Gracias por su apoyo constante, por las veces que me animaron cuando sentía que no podía más, por escucharme en mis días difíciles, por celebrar cada pequeño avance como si fuera un gran triunfo.

Gracias por su paciencia, por su fe en mí, y por enseñarme que la perseverancia y el amor son más fuertes que cualquier obstáculo.

Fueron mi refugio en los días de cansancio, mi impulso en los momentos de duda, y mi mayor motivación para seguir adelante.

Esta tesis es también suya. Es el reflejo de todo lo que me han enseñado, de todo el amor que me han dado, y de todo lo que hemos vivido juntos en este tiempo.

Los amo con todo mi corazón.

Índice

Resumen	2
Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos	3
Dedicatoria.....	4
Índice	5
Índice De Tablas.....	6
Índice De Figuras	7
Resumen	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Metodología.....	13
Hallazgos	22
Discusión	25
Conclusión.....	26
Referencias	27

Índice De Tablas

Tabla 1. Propiedades Mecánicas del Material	19
Tabla 2. Condiciones del Entorno	21
Tabla 3. Resultados de las Simulaciones	22

Índice De Figuras

Figura 1. Matriz de silicona Zetalabor para calibración del desgaste de la superficie vestibular e incisal de diente 11 de ivorina.....	15
Figura 2. Tallado final de diente 11 de ivorina previo a digitalización con el escáner SHINING 3D®.....	15
Figura 3. Diseño EXOCAD® carilla siguiendo los parámetros de espesor mínimo del material restaurador.	16
Figura 4. Modelo Geométrico de Carillas	16
Figura 5. Integración del modelo final	17
Figura 6. Solido del Mallado de la carilla diseñada previamente.....	18
Figura 7. Visualización de la deformación máximos en la carilla de feldespato	23
Figura 8. Visualización de los esfuerzos máximos en la carilla de feldespato.....	23
Figura 9. Visualización de la deformación máximos en la carilla de disilicato de litio	24
Figura 10. Visualización de los esfuerzos máximos en la carilla de disilicato de litio	24

PUNTO DE CONCENTRACIÓN DE ESTRÉS EN CARILLAS DE FELDESPATO Y DISILICATO DE LITIO, MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS

Marcos Fabricio Almeida Jiménez

marcosalmeida619@gmail.com

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el punto de concentración de tensiones en carillas dentales de disilicato de litio y feldespato mediante elementos finitos. Se desarrollaron modelos tridimensionales a partir de dientes de ivorina en un incisivo central, considerando los parámetros de una restauración estándar para un grosor ideal para el material. La simulación fue realizada bajo cargas funcionales (174,6 N – 220,24 N) y condiciones clínicamente representativas. Los resultados indicaron que el disilicato de litio presentó una concentración máxima de tensiones de 268,4 MPa, con un factor de seguridad de 1,78. En contraste, la cerámica feldespática exhibió tensiones máximas de 127,2 MPa, con un factor de seguridad menor (1,26). El patrón de distribución de esfuerzo entre los dos materiales fue diferente, el disilicato mostró mayor concentración en la unión incisal-cemento, mientras que en el feldespato se dispersaron hacia el tercio incisal. Los resultados muestran que el disilicato ofrece mejor resistencia mecánica y menor deformación gracias a su mejor distribución de tensiones a comparación de la cerámica feldespática, el presente estudio ofrece información relevante para la planificación de tratamientos estéticos con carillas dentales según las características específicas de cada material.

Palabras clave: Disilicato de Litio, Feldespato, Carillas dentales, Cerámicas, Punto de fractura.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the stress concentration point in lithium disilicate and feldspar dental veneers using finite elements. Three-dimensional models were developed from ivory teeth in a central incisor, considering the parameters of a standard restoration for an ideal thickness for the material. The simulation was performed under functional loads (174.6 N - 220.24 N) and clinically representative conditions. The results indicated that lithium disilicate exhibited a maximum stress concentration of 268.4 MPa, with a safety factor of 1.78. In contrast, the feldspathic ceramic exhibited maximum stresses of 127.2 MPa, with a lower factor of safety (1.26). The stress distribution pattern between the two materials was different, the disilicate showed higher concentration in the incisal-cement junction, while in the feldspar they were dispersed towards the incisal third. The results show that disilicate offers better mechanical strength and less deformation thanks to its better stress distribution compared to feldspar ceramic. This study provides relevant information for the planning of esthetic treatments with dental veneers according to the specific characteristics of each material.

Keywords: Lithium disilicate, Feldspar, Dental veneers, Ceramics, Fracture point.

Introducción

La modificación de la apariencia de los dientes durante las filmaciones en 1930 mediante el uso de restauraciones en el sector anterior dió inicio a lo que posteriormente se denominaría como carillas dentales, las que, con el paso del tiempo y el desarrollo técnicas adhesivas acompañadas de un correcto protocolo de diseño y preparación están destinadas a permanecer en el medio oral durante varios años sin perder sus características. (Edelhoff et al., 2018). Desde sus orígenes las carillas se han usado para restaurar las caras vestibulares, incisales y parte de las superficies proximales de dientes que requieran restauraciones estéticas (Assaf et al, 2023).

Las carillas pueden ser confeccionadas en diferentes materiales y son usadas en diferentes situaciones clínicas, por ejemplo, en casos cuando los cambios de coloración de dientes no vitales no responden de manera adecuada a los tratamientos de aclaramiento, pigmentación por el uso de tetraciclinas, manchas excesivas por fluorosis, amelogenesis imperfecta y también pueden ser usadas en casos que existan fracturas dentales. (El-Mowafy, El-Aawar, El-Mowafy, 2018). La popularidad de las carillas dentales se debe a que es un tratamiento mínimamente invasivo y altamente estético, que proporcionan excelente biocompatibilidad con los tejidos periodontales y con la ventaja de que brindan estabilidad de color a lo largo del tiempo, obteniendo mejores resultados que las carillas directas de resina (Gresnigt, et al., 2021). Las porcelanas dentales tienen grandes resultados estéticos, siendo el feldespato uno de los materiales más usados para realizar laminados cerámicos en el sector anterior (Almeida, Oliveira & Caldas 2020).

El disilicato fue introducido al mercado en el año de 1998 con el nombre de IPS Empress 2 de la empresa Ivoclar Vivadent, siendo modificado en 2 variantes en el año

2005 pasando a llamarse IPS e.max Press y IPS e.max CAD, siendo la versión CAD de disilicato puede ser maquinada para la confección de restauraciones, debido a que al encontrarse en metasilicato no tiene demasiada dureza. (Zarone, et al., 2019) Para obtener el disilicato debe ser cristalizado usando un horno a 840°C por 25 minutos, de ésta forma se pueden obtener diferentes ventajas del material, incluyendo su resistencia que está por encima de los 360 Mpa. (Abad et al., 2021). Gracias a sus propiedades estéticas y mecánicas el disilicato de litio tiene diversas aplicaciones clínicas entre las que se destaca el uso en carillas estéticas, inlays, onlays, overlays, coronas y prótesis fijas de 3 unidades en el sector anterior (Abdulrahman et al., 2021). Desde el punto de vista clínico, para considerar que un tratamiento restaurador es exitoso no solo debe cumplir con estética, también debe proveer de resistencia masticatoria sin presentar fallos (AlMashaan & Aldakheel, 2022).

Durante la etapa de Cristalización el disilicato contiene un volumen de 70% de cristales de 1.5 micras, lo cual permite aumentar su resistencia y es importante tener en cuenta que el proceso de enfriado puede modificar las características del material, por ejemplo, una restauración sometida a 2 o más ciclos de cristalización puede alterar la óptica del material volviéndose opaco, por lo tanto es de vital importancia tener en consideración los ciclos de cristalización a los que es sometido el material durante su fase de laboratorio para evitar problemas posteriores (Li, Chow, & Matinlinna, 2014).

La cerámica feldespática en comparación con el disilicato ofrece un resultado más estético y natural debido a su grado de translucidez, además de ser menos invasivas en su preparación (sorin, et, al. 2022). dentro de las propiedades biomecánicas que ofrecen las cerámicas feldespáticas esta una resistencia a la flexión de 62 a 90 Mpa, resistencia a la compresión 90 a 120 Mpa (Alghazzawi et al., 2022). Debido a su resistencia flexural no existe una diferencia significativa

Zlatanovska 2019 et al., mencionan que la concentración del estrés en las carillas dentales depende del tipo de preparación y del material en el cual están confeccionadas, es esencial tener en cuenta que en varios estudios se señala que el mayor índice de estrés se encuentra en el borde incisal de las carillas y en muy pocas ocasiones en la zona marginal. Otro de los factores predisponentes a causar una fractura en las restauraciones, es la fuerza de masticación en el sector de los incisivos que oscila entre 220,24 N en hombres y 174,6 N en mujeres (Curequeo et al., 2015)

Los diferentes materiales a lo largo de la historia que se han usado con el propósito de realizar laminados cerámicos se encuentran la leucita y las cerámicas a base de fluorapatita, que pueden proporcionar una resistencia alrededor de los 100Mpa, una resistencia considerablemente menor si la comparamos con el disilicato de litio que tiene una resistencia de 360 MPA pero proporciona mejores características estéticas que es el objetivo principal que los clínicos buscan al realizar tratamientos estéticos en el sector anterior (Al-Ali, Khalifa et al., 2023)

El éxito clínico de las restauraciones de feldespatos se encuentra en una correcto diagnóstico y técnica para poder obtener un resultado estético y funcional, teniendo en cuenta que durante la preparación para las carillas el desgaste debe ser controlado y existen varias técnicas para controlar el desgaste entre ellas el uso de un Mock up para prevenir un excesivo o incorrecta reducción o uso de matices de silicona. (Tuzzolo Neto et al., 2018) frente a lo expuesto este estudio pretende comparar el punto de inicio de fractura y la fuerza que lo provoca, de feldespatos y disilicato usados en la confección de carillas dentales, mediante simulación a través de elementos finitos.

Metodología

Se desarrolló un estudio experimental, comparativo, transversal e in vitro, mediante simulación computacional basada en el método de elementos finitos (MEF) para analizar la concentración de tensiones en carillas dentales confeccionadas con cerámica feldespática y disilicato de litio.

Preparación y Digitalización de Modelos

Se seleccionaron dos incisivos centrales de ivorina como sustrato dental debido a su similitud morfológica con los dientes humanos, lo cual los convierte en una alternativa válida para estudios in vitro (Tuzzolo Neto et al., 2018). La preparación de las piezas se realizó mediante una reducción uniforme de 0,5 mm en la superficie vestibular, siguiendo el protocolo clínico de mínima invasión para la colocación de carillas cerámicas (Gresnigt et al., 2021). Este desgaste controlado se ejecutó con fresas diamantadas de tres ruedas para marcar surcos de desgaste y una fresa troncocónica de punta redonda para marcar una leve línea de terminación en chamfer y bisel en el borde incisal. Con la finalidad de controlar las revoluciones de la pieza de mano para el tallado se usó un motor eléctrico con una relación de multiplicación de 1:5, bajo irrigación continua con el fin de evitar alteraciones térmicas en el sustrato.

Para asegurar precisión y reproducibilidad en la preparación, se utilizaron guías de silicona de condensación tipo "mock-up", diseñadas previamente con silicona de condensación Zetalabor de la casa comercial Zhermack. Éste procedimiento permitió estandarizar la cantidad de tejido removido y garantizar un espesor uniforme en las futuras restauraciones, reduciendo así las variables biomecánicas durante el análisis (Tuzzolo Neto et al., 2018; Edelhoff et al., 2018).

Finalizada la preparación se realizó un pulido con el sistema Super – Snap de Shofu siguiendo la secuencia recomendada por el fabricante (violeta medio, verde fino, rojo super fino) a 10.000 rpm eliminando irregularidades y creando una superficie homogénea, posterior al pulido el diente fue digitalizado empleando un escáner de alta precisión SHINING 3D®, capaz de capturar detalles morfológicos con exactitud micrométrica. Se generaron archivos STL (Standard Tessellation Language), los cuales contienen la geometría tridimensional de las superficies talladas. Posteriormente, estos archivos fueron convertidos al formato STP (Standard for the Exchange of Product model data), compatible con software de simulación asistida por computadora (CAE). Esta conversión fue esencial para permitir la integración del modelo geométrico en el entorno de análisis por elementos finitos, donde se evaluaron las concentraciones de tensiones bajo diferentes condiciones de carga (Li, Chow, & Matinlinna, 2014).

Este proceso de digitalización y conversión garantiza la fidelidad geométrica de las carillas, siendo un paso crucial en estudios que buscan correlacionar parámetros estructurales con comportamiento mecánico simulado (Zarone et al., 2019). Además, la utilización de tecnología CAD/CAM asegura la reproducibilidad de los diseños restauradores y permite un control riguroso de las variables experimentales.

Figura 1. Matriz de silicona Zetalabor para calibración del desgaste de la superficie vestibular e incisal de diente 11 de ivorina

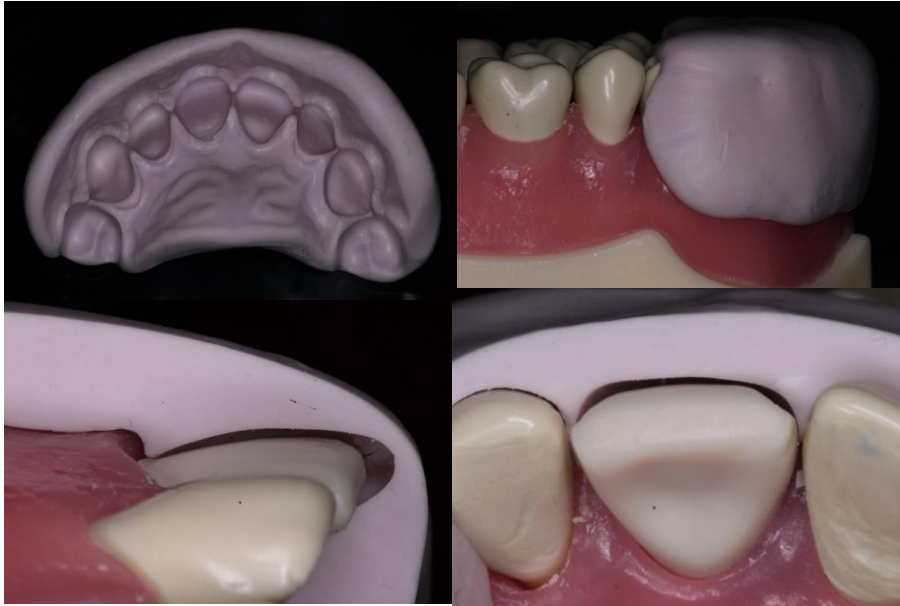


Figura 2. Tallado final de diente 11 de ivorina previo a digitalización con el escáner SHINING 3D®



Figura 3. Diseño EXOCAD® carilla siguiendo los parámetros de espesor mínimo del material restaurador.

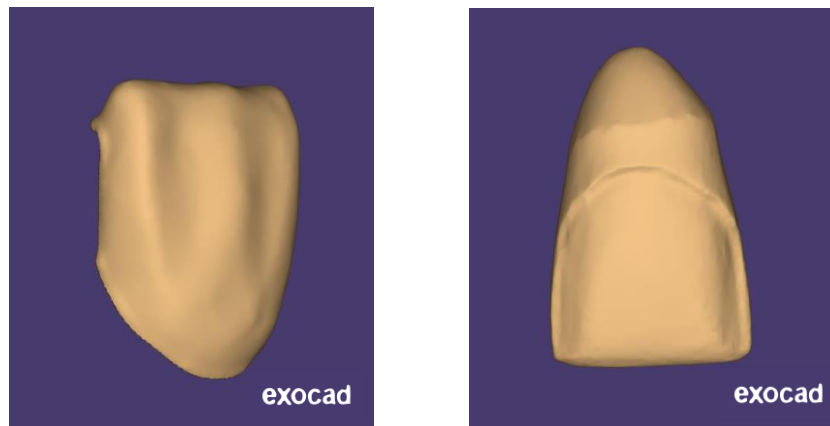


Figura 4. Modelo Geométrico de Carillas

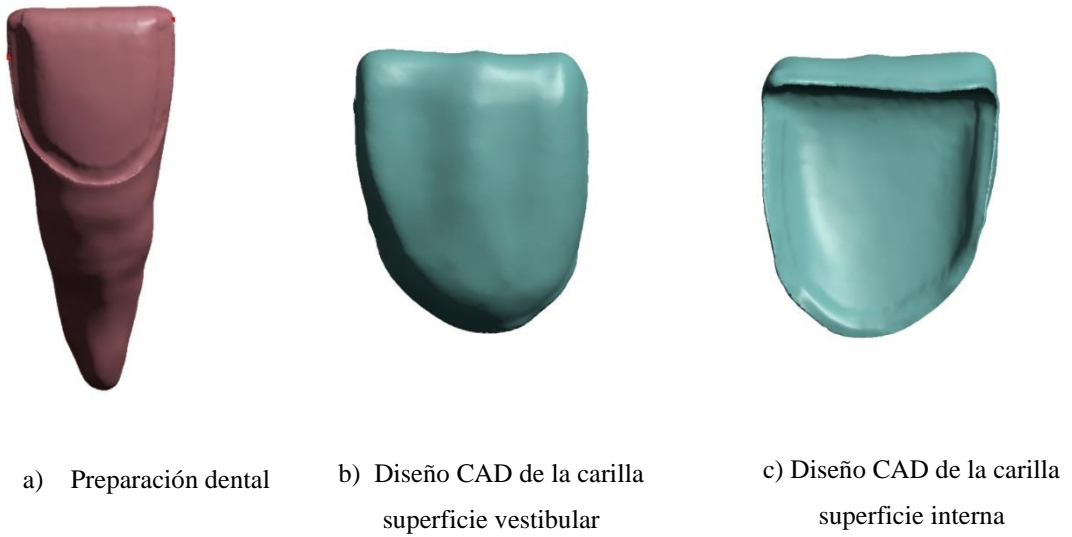
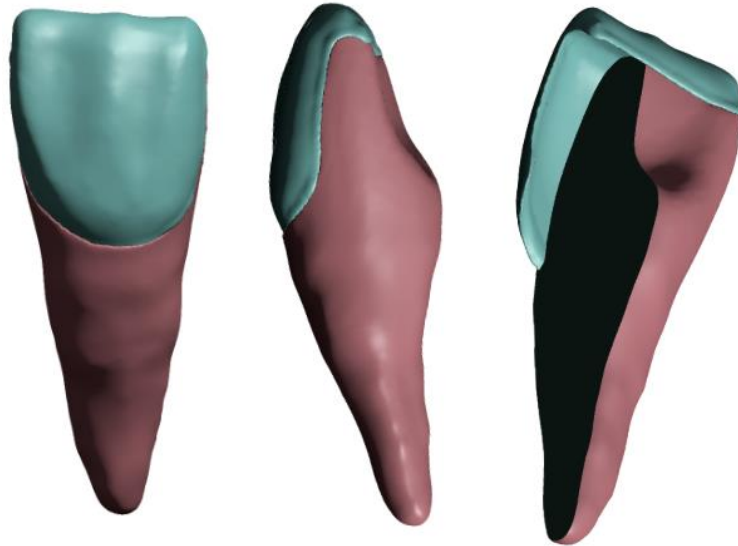


Figura 5. Integración del modelo final



Diseño y Simulación en CAD/CAE

El diseño de las restauraciones fue realizado utilizando el software EXOCAD®, reconocido por su precisión en la planificación de prótesis dentales a partir de datos escaneados. En este entorno CAD (Diseño Asistido por Computadora), se generaron carillas diferenciadas según el material restaurador: cerámica feldespática y disilicato de litio. La morfología de las restauraciones fue adaptada al patrón anatómico del sustrato, conservando un espesor uniforme acorde a la preparación previamente realizada (Almeida, Oliveira & Caldas, 2020)

Una vez obtenido el diseño inicial, los archivos fueron procesados en Meshmixer® (Autodesk Inc.), una herramienta de manipulación tridimensional que permitió realizar ajustes topológicos finos. Este software fue empleado para optimizar la geometría, eliminar imperfecciones de malla y preparar los modelos para su posterior

análisis en el entorno CAE. En esta fase se aplicaron algoritmos de suavizado, remallado y verificación de integridad geométrica para asegurar la continuidad superficial, aspecto crítico en simulaciones de comportamiento mecánico (Li, Chow, & Matinlinna, 2014).

La simulación mecánica se llevó a cabo en un software de Ingeniería Asistida por Computadora (CAE) con capacidad de análisis por elementos finitos (FEA, por sus siglas en inglés). Los modelos 3D fueron importados en formato STP, donde se definieron los contactos entre la restauración cerámica y el diente subyacente, considerando uniones completamente adheridas. Esta definición es fundamental, ya que influye directamente en la transmisión de tensiones en el sistema restaurador (Zarone et al., 2019).

Figura 6. Solido del Mallado de la carilla diseñada previamente



En el entorno CAE se asignaron condiciones límite específicas que replican el comportamiento clínico, y se establecieron configuraciones de contacto superficial que reflejan el comportamiento adhesivo entre la carilla y el sustrato. Este enfoque busca reproducir de forma precisa la respuesta biomecánica de las restauraciones ante cargas funcionales, facilitando el análisis cuantitativo de la concentración de tensiones y zonas de falla potencial (Abad-Coronel et al., 2021).

Asignación de Propiedades Mecánicas

Para asegurar una simulación realista y confiable en el análisis por elementos finitos, se asignaron a cada modelo tridimensional propiedades mecánicas específicas según el tipo de material restaurador: disilicato de litio y cerámica feldespática. Los parámetros considerados incluyeron el módulo de elasticidad (E), la resistencia a la tracción, la resistencia a la compresión y el coeficiente de Poisson (ν). Estos valores fueron extraídos de revisiones sistemáticas, estudios experimentales in vitro y fichas técnicas de fabricantes, asegurando representatividad y actualidad en los datos utilizados (Almeida et al., 2020; Abad-Coronel et al., 2021; Al-Ali et al., 2023).

A continuación, se presenta un resumen comparativo de las propiedades asignadas a cada material en el entorno CAE:

Tabla 1. Propiedades Mecánicas del Material

Propiedad Mecánica	Disilicato de Litio	Cerámica Feldespática
Módulo de Elasticidad (E)	95 – 105 GPa	60 – 70 GPa
Resistencia a la Tracción	300 – 400 MPa	60 – 75 MPa
Resistencia a la Compresión	> 800 MPa	90 – 120 MPa
Resistencia Flexural	360 – 400 MPa	62 – 90 MPa
Coeficiente de Poisson (ν)	0.22 – 0.25	0.21 – 0.23
Dureza Vickers	580 – 620 HV	460 – 500 HV
Densidad	2.4 – 2.6 g/cm ³	2.3 – 2.4 g/cm ³

Estas propiedades fueron esenciales para simular el comportamiento estructural de cada restauración frente a cargas funcionales, permitiendo obtener resultados representativos de su desempeño clínico. Las diferencias notables en resistencia y rigidez entre ambos materiales influyen directamente en la concentración de tensiones y en la localización de posibles zonas de fractura.

Aplicación de Cargas y Condiciones de Frontera

En la simulación computacional, se incorporaron condiciones de carga y frontera que reproducen el entorno clínico del sector anterior, con el objetivo de evaluar el comportamiento biomecánico de carillas fabricadas en disilicato de litio y cerámica feldespática. Se aplicaron cargas verticales de magnitud fisiológica, dirigidas perpendicularmente al borde incisal, sobre la cara palatina de las restauraciones. Estas cargas fueron determinadas con base en valores reportados de fuerza máxima de mordida en incisivos centrales, considerando un rango de 174,6 N a 220,24 N, representativo de diferencias entre sexos (Curiqueo et al., 2015).

La región de aplicación se definió como una superficie circular de 1 mm² centrada en el tercio medio del borde incisal, zona identificada como crítica por su susceptibilidad a fracturas bajo carga (Zlatanovska et al., 2019). Esta condición permitió simular de forma precisa el impacto funcional durante la masticación, generando un patrón de esfuerzo similar al observado clínicamente.

Las condiciones de frontera se aplicaron sobre la raíz del diente, restringiendo todos los grados de libertad para simular la sujeción ósea natural, lo cual permite una correcta distribución de tensiones en el sistema restaurador (Edelhoff et al., 2018). Además, se definió una junta de cemento de 50 µm entre la carilla y el sustrato dental,

modelada como contacto tipo *bonded*, lo que representa una adhesión perfecta sin deslizamiento relativo, coherente con protocolos de cementación adhesiva actuales.

El análisis se desarrolló bajo condiciones ambientales controladas, considerando una humedad relativa del 97 % y una temperatura constante de 37 °C, para replicar con fidelidad el entorno intraoral.

Tabla 2. Condiciones del Entorno

Parámetro	Valor	Descripción
	Condición	
Magnitud de carga aplicada	174,6 N 220,24 N	– Fuerza vertical simulando función incisal (Curiqueo et al., 2015)
Área de aplicación de carga	1 mm ²	Zona palatina del borde incisal
Zona de restricción de movimiento	Raíz del diente	Todos los grados de libertad restringidos
Tipo de unión carilla-diente	Bonded (adherido)	Junta de cemento de 50 µm
Espesor de la capa de cemento	50 µm	Según protocolo clínico estandarizado
Temperatura ambiental simulada	37 °C	Condición fisiológica intraoral
Humedad relativa del entorno simulado	97 %	Simulación de ambiente bucal saturado

Este conjunto de parámetros permitió establecer un modelo mecánico robusto y clínicamente representativo, facilitando la evaluación precisa del comportamiento estructural de las restauraciones cerámicas frente a condiciones funcionales reales.

Hallazgos

Los resultados obtenidos a partir del análisis por elementos finitos permitieron cuantificar la respuesta mecánica de las carillas fabricadas en disilicato de litio y cerámica feldespática frente a cargas oclusales simuladas. Se evaluaron parámetros clave como la concentración máxima de tensiones, la deformación equivalente, el desplazamiento bajo carga, así como el factor de seguridad y la zona anatómica de mayor compromiso estructural (Tabla 3.).

Tabla 3. Resultados de las Simulaciones

Parámetro Evaluado	Disilicato de Litio	Cerámica Feldespática
Máxima concentración de tensiones (MPa)	268,4	127,2
Ubicación del pico de tensión	Borde palatino	incisal Borde incisal central
Deformación máxima ($\mu\epsilon$)	1.382	1.976
Desplazamiento máximo bajo carga (mm)	0,046	0,072
Factor de seguridad (FS)	1,78	1,26

Zona crítica de fractura simulada	Unión cemento	incisal- Tercio incisal
Distribución del esfuerzo	Concentrado	Disperso

Fuente: Autores

Figura 7. Visualización de la deformación máximos en la carilla de feldespato

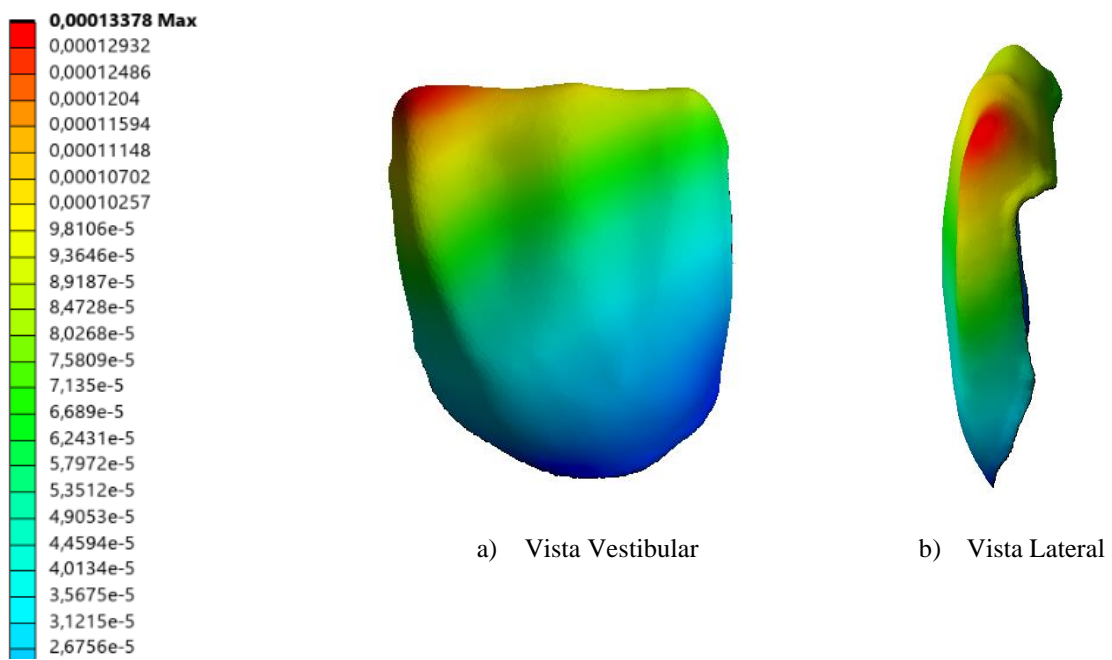


Figura 8. Visualización de los esfuerzos máximos en la carilla de feldespato

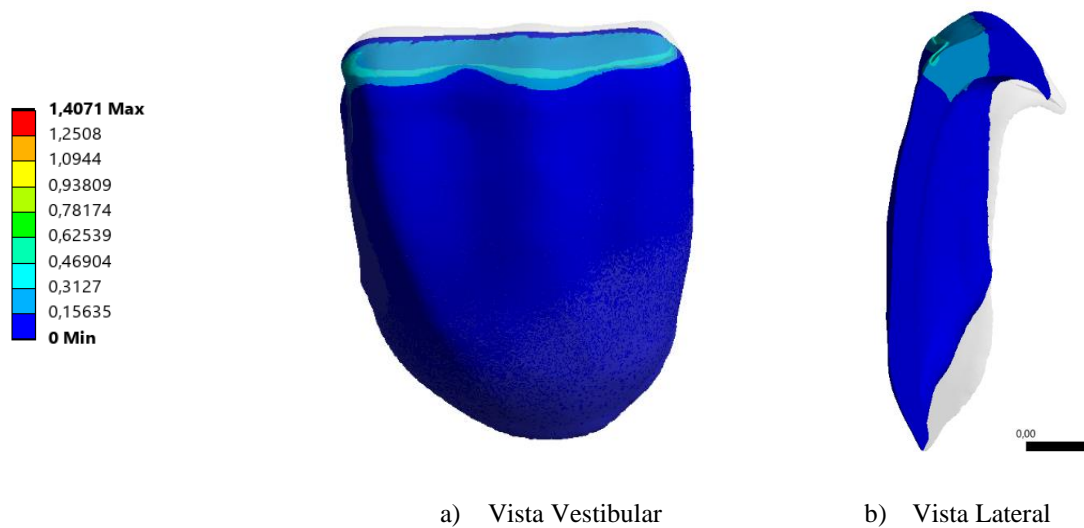


Figura 9. Visualización de la deformación máximos en la carilla de disilicato de litio

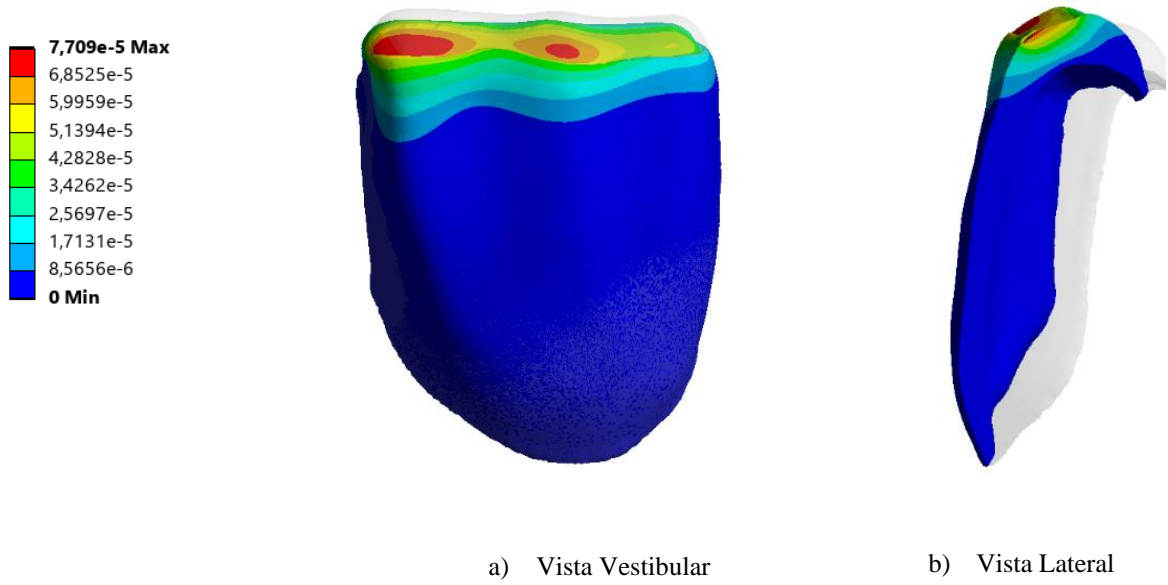
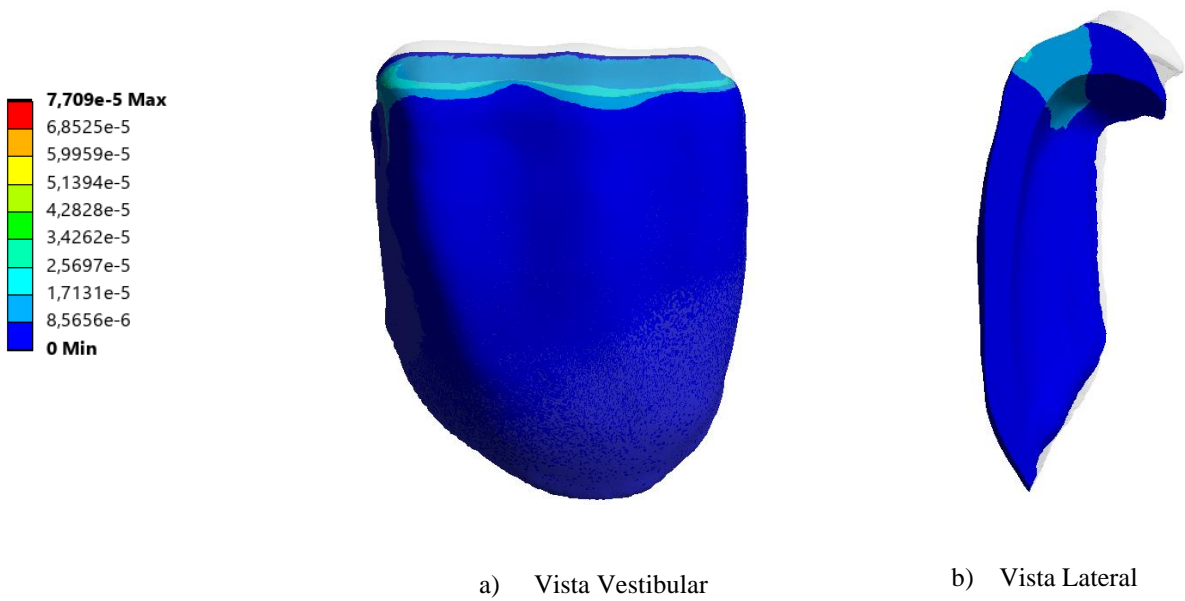


Figura 10. Visualización de los esfuerzos máximos en la carilla de disilicato de litio



Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio evidenciaron diferencias significativas en el comportamiento mecánico entre las carillas confeccionadas con disilicato de litio y aquellas elaboradas con cerámica feldespática. El disilicato de litio presentó una concentración máxima de tensiones de 268,4 MPa, con un desplazamiento bajo carga de 0,046 mm y un factor de seguridad de 1,78. En contraste, la cerámica feldespática mostró tensiones máximas de 127,2 MPa, una mayor deformación equivalente ($1.976 \mu\epsilon$) y un desplazamiento más elevado de 0,072 mm, con un factor de seguridad menor, de 1,26. En ambos casos, el borde incisal se identificó como la zona de mayor vulnerabilidad estructural, aunque en el disilicato se concentró en la interfaz incisal (Figura 9.), mientras que en el feldespatato se dispersó hacia el tercio incisal y medio (Figura 7.).

Al comparar estos hallazgos con estudios previos, se observa una concordancia con los valores reportados por Zarone et al. (2019) y Abad-Coronel et al. (2021), quienes también evidenciaron que el disilicato de litio soporta mayores niveles de tensión sin comprometer su integridad estructural, gracias a su mayor módulo de elasticidad y resistencia flexural. Asimismo, Zlatanovska et al. (2019) identificaron el borde incisal como el principal sitio de concentración de esfuerzos, lo cual fue replicado en el presente estudio. En relación con la cerámica feldespática, los resultados coinciden con lo reportado por Al-Ali et al. (2023), quienes encontraron un comportamiento mecánico más frágil, asociado a una mayor deformabilidad y menor resistencia a la fractura.

En conjunto, los resultados sugieren que, bajo condiciones de carga funcional simulada, el disilicato de litio presenta un desempeño estructural más favorable frente a

la cerámica feldespática, con menor deformación, mayor capacidad de absorción de tensiones y mejor distribución del esfuerzo. Esto respalda su indicación clínica en situaciones donde se requiere una restauración con mayor resistencia mecánica, especialmente en el sector anterior donde las exigencias funcionales y estéticas son elevadas.

Conclusión

El análisis por elementos finitos evidenció diferencias significativas en el comportamiento mecánico entre las carillas de disilicato de litio y las de cerámica feldespática bajo cargas oclusales simuladas. Las carillas de disilicato de litio mostraron una mayor resistencia mecánica, reflejada en una concentración de tensiones más alta que su contraparte feldespática, pero con menores niveles de deformación y desplazamiento. Además, presentaron un mayor factor de seguridad y una distribución del esfuerzo más concentrada, lo que sugiere una mayor rigidez estructural. En contraste, las carillas de cerámica feldespática evidenciaron un comportamiento más flexible, con una mayor deformación y una distribución del esfuerzo más dispersa, lo que podría traducirse en una mayor susceptibilidad a fallas estructurales en zonas críticas. En conjunto, los resultados respaldan el uso del disilicato de litio como una opción más favorable en situaciones clínicas que demandan mayor resistencia y durabilidad.

Referencias

- Edelhoff, D., Prandtner, O., Saeidi Pour, R., Liebermann, A., Stimmelmayer, M., & Güth, J. F. (2018). Anterior restorations: The performance of ceramic veneers. *Quintessence international* (Berlin, Germany : 1985), 49(2), 89–101.
<https://doi.org/10.3290/j.qi.a39509>.
- El-Mowafy, O., El-Aawar, N., & El-Mowafy, N. (2018). Porcelain veneers: An update. *Dental and medical problems*, 55(2), 207–211.
<https://doi.org/10.17219/dmp/90729>
- Abdulrahman, S., Von See Mahm, C., Talabani, R., & Abdulateef, D. (2021). Evaluation of the clinical success of four different types of lithium disilicate ceramic restorations: a retrospective study. *BMC oral health*, 21(1), 625. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01987-1>
- Li, R. W., Chow, T. W., & Matinlinna, J. P. (2014). Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. *Journal of prosthodontic research*, 58(4), 208–216. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2014.07.003>
- Al-Ali, A. M. A. H., Khalifa, N., Hadj-Hamou, A., Sheela, S., & El-Damanhoury, H. M. (2023). Effect of Thickness and Bonding Technique on Fatigue and Fracture Resistance of Feldspathic Ultra-Thin Laminate Veneers. *European journal of dentistry*, 17(2), 431–438. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1745770>

- Tuzzolo Neto, H., do Nascimento, W. F., Erly, L., Ribeiro, R. A., Barbosa, J. S., Zambrana, J. M., Raimundo, L. B., Mendes, C. D. S., da Silva, I. P., Jr, Mesquita, A. M. M., Salgado, D. M. R. A., & Costa, C. (2018). Laminated Veneers with Stratified Feldspathic Ceramics. *Case reports in dentistry*, 2018, 5368939. <https://doi.org/10.1155/2018/5368939>
- Zarone, F., Di Mauro, M. I., Ausiello, P., Ruggiero, G., & Sorrentino, R. (2019). Current status on lithium disilicate and zirconia: a narrative review. *BMC oral health*, 19(1), 134. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0838-x>
- Abad-Coronel, C., Ordoñez Balladares, A., Fajardo, J. I., & Martín Biedma, B. J. (2021). Resistance to Fracture of Lithium Disilicate Feldspathic Restorations Manufactured Using a CAD/CAM System and Crystallized with Different Thermal Units and Programs. *Materials* (Basel, Switzerland), 14(12), 3215. <https://doi.org/10.3390/ma14123215>
- Almeida, B., Oliveira, K., Caldas, R. (2020). Mechanical and optical properties of feldspathic ceramics and lithium disilicate: literature review. *Brazilian Journal of Dentistry*, 77:e1427. <http://dx.doi.org/10.18363/rbo.v77.2020.e1427>
- AlMashaan, A., & Aldakheel, A. (2022). Survival of Complete Coverage Tooth-Retained Fixed Lithium Disilicate Prostheses: A Systematic Review. *Medicina* (Kaunas, Lithuania), 59(1), 95. <https://doi.org/10.3390/medicina59010095>

- Gresnigt, M. M. M., Sugii, M. M., Johanns, K. B. F. W., & van der Made, S. A. M. (2021). Comparison of conventional ceramic laminate veneers, partial laminate veneers and direct composite resin restorations in fracture strength after aging. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 114, 104172. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2020.104172>
- Assaf, A., Azer, S. S., Sfeir, A., Al-Haj Husain, N., & Özcan, M. (2023). Risk Factors with Porcelain Laminate Veneers Experienced during Cementation: A Review. *Materials (Basel, Switzerland)*, 16(14), 4932. <https://doi.org/10.3390/ma16144932>
- Zlatanovska, K. A., Dimova, C., Gigovski, N., Korunoska-Stevkovska, V., & Longurova, N. (2019). Fracture Localisation of Porcelain Veneers with Different Preparation Designs. *Open access Macedonian journal of medical sciences*, 7(10), 1675–1679. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.323>
- Curiqueo, Aldo, Salamanca, Carlos, Borie, Eduardo, Navarro, Pablo, & Fuentes, Ramón. (2015). Evaluation of Functional Maximum Bite Force in Chilean Young Adults. *International journal of odontostomatology*, 9(3), 443-447. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2015000300014>
- Alghazzawi T. F. (2024). Clinical Survival Rate and Laboratory Failure of Dental Veneers: A Narrative Literature Review. *Journal of functional biomaterials*, 15(5), 131. <https://doi.org/10.3390/jfb15050131>