TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

"ANÁLISIS DE LA TENSIÓN COMPRESIVA EN CORONAS DE DISILICATO DE LITIO EN PREMOLARES INFERIORES: ELEMENTO FINITO"

Tesis para optar el título profesional de:

CIRUJANO DENTISTA

Presentado por:

Fernando Alfredo Rojas Arcos (0000-0002-0759-7415)

Axel Marcelo Tolentino Trigoso (0000-0002-8576-2607)

Asesor:

Rafael Chafloque Borja (0000-0003-1043-6986)

Lima – Perú

2024

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 17 de octubre de 2024.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Gabriel Nima Bermejo	☒
Miembro: Mg. Esp. Katherine Joselyn Atoche Socola	
Miembro: Mg. Esp. Consuelo Marroquín Soto	

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:
"Análisis de la tensión compresiva en coronas de disilicato de litio en premolares inferiores: elemento finito"

Presentada por el estudiante/bachiller:

- Fernando Alfredo Rojas Arcos
- Axel Marcelo Tolentino Trigoso

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesorada por: CD. Rafael Chafloque Borja

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiante o egresados de la Carrera de Estomatología en la sustentación, concluyen de manera unánime ( ) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesista: Fernando Alfredo Rojas Arcos Axel Marcelo Tolentino Trigoso		Nota (en letras): 14 (catorce)	
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dr. Gabriel Nima Bermejo
Presidente del Jurado



CD. Rafael Chafloque Borja
Asesor



Mg. Esp. Katherine Joselyn Atoche Socola
Miembro 1



Mg. Esp. Consuelo Marroquín Soto
Miembro 2

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN[1]

Lima, 20 de septiembre de 2024

Señor Doctor,
Carlos Zavalaga Reyes

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Fernando Alfredo Rojas Arcos y Axel Marcelo Tolentino Trigoso, egresados de la Carrera de Estomatología de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor/la asesora de tesis Rafael Chafloque Borja declaramos que este informe final de tesis titulado: "ANALISIS DE LA TENSION COMPRESIVA EN CORONAS DE DISILICATO DE LITIO EN PREMOLARES INFERIORES: ELEMENTO FINITO", sustentado para obtener el título de Cirujano Dentista es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de nuestra investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Fernando Rojas Arcos
DNI:72274626



Rafael Chafloque Borja
DNI: 45818469



Axel Tolentino Trigoso
DNI: 61178629

[1] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[2] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Análisis de la tensión compresiva en coronas de disilicato de litio en premolares inferiores: elemento finito

Autores. Fernando Alfredo Rojas Arcos; Axel Marcelo Tolentino Trigoso

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2492835518).

Resultado de la evaluación. 8%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DEDICATORIA

A nuestros padres por el apoyo incondicional y constante que siempre nos brindaron a lo largo de la carrera, lo cual estaremos eternamente agradecidos.

A nuestros docentes por el apoyo contante y las enseñanzas que nos transmitieron durante todo el tiempo de estudio.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

AGRADECIMIENTOS

Al CD. Rafael Chafloque, por habernos apoyado a lo largo de nuestro último ciclo de carrera y en el desarrollo de nuestra tesis.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE

		Pág.
	Título	1
	Resumen	2
	Abstract	3
I.	Introducción	4
II.	Materiales y métodos	5
III.	Resultados	7
IV.	Discusión	8
V.	Conclusiones	10
VI.	Tablas y figuras	12
VII.	Referencias bibliográficas	15
VIII.	Anexos	17

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ARTÍCULO ORIGINAL ENVIADO A PUBLICAR

TÍTULO EN ESPAÑOL

«ANÁLISIS DE LA TENSIÓN COMPRESIVA EN CORONAS DE DISILICATO DE LITIO EN PREMOLARES INFERIORES: ELEMENTO FINITO»

TÍTULO EN INGLÉS

"ANALYSIS OF COMPRESSIVE STRESS IN LITHIUM DISILICATE CROWNS ON LOWER PREMOLARS: FINITE ELEMENT"

Fernando Rojas Arcos[1], Axel Tolentino Trigoso[1], Rafael Chafloque Borja[1]

1. Carrera de Estomatología, Universidad Científica del Sur, Lima Perú.

Correspondencia: CD. Rafael Chafloque Borja

Correo: rchafloque@cientifica.edu.pe

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESUMEN

Objetivo: Analizar la tensión compresiva en coronas de disilicato de litio mediante un análisis de elementos finitos. **Método**: En este estudio *in silico* se diseñaron tres modelos para evaluar la tensión compresiva ante fuerzas de 516 N horizontales (modelo 1), vertical (modelo 2) y oblicuas (modelo 3) en coronas de disilicato de litio en primer premolar inferior (grosor 0,8 mm) mediante el software SolidWorks 2020. El mínimo y máximo estrés originado se evaluó con la escala de valores y colores de Von Mises en Megapascales (MPa). **Resultados:** La tensión compresiva máxima en la corona se observó en el modelo 1 (horizontal) siendo esta de 483 Mpa, en el modelo 2 (fuerza vertical) fue de 543 Mpa y en el modelo 3 fue de 1463,6 Mpa. Asimismo, la mínima tensión se observó en el modelo 2 siendo esta de 0,0197 Mpa. **Conclusión**: Las fuerzas oblicuas causaron más tensión compresiva que las horizontales y verticales. Es importante identificar las cargas masticatorias de cada paciente y tensiones compresivas que se generan en la corona.

Palabras claves: elemento finito, prótesis dentales, premolar, tensión.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ABSTRACT

Objective: Analyze the compressive stress in lithium disilicate crowns using finite element analysis. **Method:** In this *in silico* study, three models were designed to evaluate the compressive stress against forces of 516 N horizontally (model 1), vertically (model 2) and obliquely (model 3) in lithium disilicate crowns on the lower first premolar (thickness 0,8 mm) using Solidworks 2020 software. The minimum and maximum stress generated was evaluated with the Von Mises scale of values and colors in Megapascals (MPa). **Results:** The maximum compressive stress in the crown is observed in model 1 (horizontal) and is 483 Mpa, in model 2 (vertical force) it was 543 Mpa and in model 3 it was 1463,6 Mpa. Likewise, the minimum stress will be controlled in model 2, being 0,0197 Mpa. **Conclusion:** Oblique forces cause more compressive stress than horizontal and vertical forces. It is important to identify the masticatory loads of each patient and compressive stresses that are generated in the crown.

Keywords: finite element, dental prosthesis, premolar, tension.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

I. INTRODUCCIÓN

La estética dental es un concepto subjetivo el cual está ligado a cambios socioculturales y varía de acuerdo con la percepción de cada individuo. En la actualidad se prefiere el uso de materiales libre de metales ya que se ha demostrado que el uso de metales puede traspasar iones nocivos al medio oral[1]. Además, comprometer la alta estética que se quisiera obtener, por lo que las restauraciones libres de metal podrían considerarse infalibles en cuestión de estética. En cuanto a la biocompatibilidad, estos materiales totalmente cerámicos también ofrecen una baja solubilidad, un menor acúmulo de placa bacteriana[2] y un ajuste marginal adecuado[3]. En la misma línea, debido a la alta óptica natural y a su alta resistencia a la flexión, se considera al disilicato de litio un material restaurador óptimo[4].

El disilicato de litio tiene una serie de ventajas, siendo la principal su alta resistencia mecánica de hasta 360±60 Mpa[5]. Otra ventaja por resaltar es la translucidez, que se asemeja al color natural del diente, el cual ayuda al control estético al momento de elegir el material[6]. En rehabilitación oral la tasa de éxito con el uso de restauraciones a base de este material es generalmente alta, y se ha demostrado el éxito en un 96,6% en periodos de 5 años de seguimiento en coronas unitarias según revisiones sistemáticas y estudios clínicos[7] y en coronas múltiples una tasa de éxito de 89,1% en el mismo periodo de tiempo[8].

Teniendo estos puntos en cuenta, el disilicato de litio podría implementarse como material para restauraciones de tipo inlays, onlays, coronas unitarias y coronas en el sector anterior y posterior[9,10]. Sin embargo, pocas son las investigaciones que han

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

demostrado estudios a largo plazo, en los cuales se registró una mayor tasa de éxito en el sector de premolares en comparación al sector de molares[1,2].

En la actualidad, uno de los métodos de estudio de variables más utilizado en odontología para simular cargas y fuerzas ha sido el estudio por elemento finito[11]. Este tipo de estudio es una excelente herramienta ya que puede simular de manera ilimitada las pruebas sobre las estructuras anatómicas y materiales rehabilitadores[12]. Por ello, el objetivo de este estudio de elementos finitos tuvo como finalidad determinar y evaluar la tensión compresiva a la cual se somete una corona de disilicato de litio en un premolar inferior, bajo esfuerzos funcionales estáticos que simulen el comportamiento del movimiento masticatorio.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Modelo de estudio

Un primer premolar inferior fue diseñado con los tejidos pulpa, dentina, esmalte, hueso, ligamento, sobre el cual se colocó una corona de disilicato de litio **(Figura 1A)**, las cuales fueron simuladas mediante este estudio *in silico* el programa SolidWorks® 2020. Tres modelos fueron creados en el software de elemento finito para evaluar fuerzas horizontales (Modelo 1), fuerzas verticales (Modelo 2), fuerzas oblicuas (Modelo 3).

Construcción y diseño del modelo.

Tres premolares se elaboraron (primer premolar inferior) con sus respectivos tallados (desgaste circular de 1 mm, en oclusal se debe sustraer aproximadamente 1,5 mm de tejido dental)[13,14,15], además de los tejidos periodontales (cemento, ligamento

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

periodontal, hueso alveolar) y cemento Relyx U200. En el programa de elementos de finitos, de los cuales tuvieron sus respectivas coronas de disilicato de litio, se aplicaron sobre ellas una fuerza horizontal, vertical y oblicua de 516 N, la cual trató de replicar una fuerza masticatoria intensa[16,17].

Los modelos se realizaron en el programa de elementos finitos SolidWorks® y los dientes se diseñaron respetando sus estructuras anatómicas, tal como esmalte, dentina, pulpa, hueso alveolar y la corona de disilicato de litio. Los cuales tuvieron propiedades mecánicas como el módulo de elasticidad y el coeficiente de Poisson[18-22]. **(Tabla1)** Con respecto al material empleado para la corona dentaria, la referencia fue la cerámica disilicato de litio IPS E.Max Press (Ivoclar Vivadent) el cual tuvo un módulo de elasticidad de 95 GPa y un coeficiente de Poisson de 0,26[1]. En la confección de la corona el espesor fue de 0,8 mm con una línea de terminación de chamfer.

Aplicación y análisis de fuerzas en los modelos

Las fuerzas compresivas de 516 N se aplicaron en el surco central las coronas, lo cual plasmó la réplica de una oclusión intensa[16,17]. Los resultados de las fuerzas horizontales, verticales y oblicuas en los modelos diseñados se examinaron en una escala de colores de Von Mises con valores de mínima tensión compresiva y máxima tensión compresiva.

Análisis de datos

La recopilación de datos y variables establecidas se dieron en una tabla. SolidWorks® 2020 permitió poder analizar con el uso de la escala Von Mises los resultados de las máximas y mínimas fuerzas de tensión compresivas en la corona y el muñón, y a su vez poder analizar en qué zonas de los modelos se localizaron.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

III. RESULTADOS

Tres modelos de un primer premolar inferior **(Figura 1A)** fueron generados a la cuales se le replicaron todas las propiedades mecánicas según la literatura de la **Tabla 1,** aplicando una fuerza de 516 N en 3 direccionamientos distintos.

En la **Tabla 2** se observó los valores de análisis de estrés con un direccionamiento horizontal y una fuerza de 516 N hacia el surco principal, el cual dio un valor máximo de 483 MPa y un valor mínimo de 0,0113 Mpa, siendo este último valor el menor de los 3 modelos. Las fuerzas con un direccionamiento horizontal demostraron que el área de tensión de la corona tendrá varias zonas donde las fuerzas en su mayoría de color verde o azul, las cuales representan fuerzas medias o bajas **(Figura 2A)** y algunas zonas de color rojo las cuales fueron mayores a 400 Mpa en la escala de Von Mises, estas últimas se ubicaron más en la zona superior e inferior del surco, muy cerca al surco central, siendo el punto mayor el que se encontró en el centro de este mismo dando una valor de 483 MPa.

En el modelo del muñón se observó un color azul a nivel de la línea de terminación, además de un color rojo a nivel cervical, este último demostró un estrés mayor a 20 Mpa en gran parte del tallado **(Figura 2B)**.

En la **Tabla 2** los valores de análisis de estrés con un direccionamiento vertical y una fuerza de 516 N hacia el surco principal, generó valor máximo de 543 MPa y un valor mínimo de 0,0197 Mpa, algunas zonas de coloración roja se ubicaron a nivel de las fosas mesial y distal, siendo el punto mayor el surco principal.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En el modelo del muñón se generó una fuerza en torno a 7,65 a 23,9 Mpa en gran parte de la zona cervical del tallado como en el cuerpo del propio muñón señalado de un color verde **(Figura 3B)**.

En la **Tabla 2** los valores de análisis de estrés con un direccionamiento de 45° y una fuerza de 516 N con sentido al surco central de la corona, generó el mayor valor máximo de los tres modelos siendo este de 1463,6 Mpa en la escala de Von Mises, en el valor del muñón se obtuvo el mínimo de los 3 modelos, siendo este de 0,00000.

La fuerza oblicua con angulación de 45° direccionada al surco central nos dio una coloración roja exactamente en la zona media del surco principal **(Figura 4A)**, siendo esta mayor zona de estrés registrada en los tres modelos a nivel de la corona.

En el modelo del muñón se observó una fuerza en torno a 0,00003 a 0,00007 en gran parte de la zona cervical del tallado como en el cuerpo del propio muñón **(Figura 4B)**, por lo cual se demostró que esta fuerza tendrá mayor distribución de la fuerza hacia el diente.

IV. DISCUSIÓN

El presente estudio buscó poder evaluar la máxima tensión compresiva en coronas de disilicato de litio en un primer premolar inferior, ya que es un material muy utilizado en rehabilitación oral, por lo cual se evaluó cómo se da la distribución de las diferentes fuerzas enfocadas hacia el centro del surco central con 3 direccionamientos. Se debe considerar que en el medio oral las cargas que este tipo de prótesis fija soportará será de naturaleza cíclica, por lo cual, las cargas cíclicas simulan de manera más exacta en un medio oral.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Con el método de elementos finitos mediante la generación de modelos computarizados en 3D, se pudieron medir comportamientos biomecánicos complejos de las prótesis y las estructuras circundantes Este estudio *in silico*, es un método de solución muy reconocido, consistente y beneficioso utilizado por muchos investigadores[23].

El estudio de Ma[24] indicó que el disilicato de litio es un material más conservador a comparación de otras cerámicas, debido a que esta se ve influenciada sobre qué tejido se cementa, encontrando que una restauración con espesor de 0,5 mm cementada en esmalte no tendrá diferencias significativas en sus propiedades en comparación con una de 2 mm cementada en dentina.

Palmara[25] en un estudio que realizó con un modelo de un premolar inferior, indicó que las fuerzas ejercidas con direccionamiento oblicuo (45°), generó una carga con mayor concentración de tensión a nivel de la corona, lo cual se asemeja con los resultados obtenidos en el presente estudio, debido a que la fuerza oblicua presentó un valor de 1463,6 Mpa en comparación con las demás fuerzas que tuvieron un promedio de 500 Mpa. Además, en el estudio realizado por Ichim[26] en el cual con la generación digital de una premolar inferior la cual fue sometida a una fuerza de 200 N con distintas angulaciones, encontraron que a menor angulación el estrés generado fue menor, siendo este resultado congruente con el presente estudio, debido a que las fuerzas oblicuas tuvieron una mayor tensión compresiva en comparación con la vertical.

No obstante, Ceddia[27] indicó que una corona de porcelana a la cual se le ejerció una fuerza de 280 N en tres fuerzas (horizontal, vertical y oblicua), se encontró que la fuerza horizontal fue quien generó mayor tensión compresiva, a diferencia de los resultados

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

del presente estudió, el cual arrojó la mayor tensión compresiva en fuerzas con dirección de 45°. Esto pudo ser debido a que en dicho estudio la aplicación de las fuerzas en los tres sentidos fue hacia las cúspides, además del desgaste circular que fue de mayor calibre (1,7 mm). Asimismo, se omitieron ciertos parámetros como el modelado del ligamento periodontal y de un cemento adhesivo, ya que se buscó investigar de manera precisa la situación crítica en la que se generó la mayor tensión de contacto entre la corona y el sistema protésico.

Según Waltimo[28] en un estudio que realizó en pacientes con bruxismo, concluyó que estos pueden generar cargas de hasta 800 N. Dejack[29] señaló en su investigación que el bruxismo excéntrico generó estrés en zona cervical con direccionamiento horizontal, lo cual fue congruente con este estudio ya que la fuerza horizontal generó a nivel cervical del tallado mayor estrés que la fuerza oblicua.

Este hallazgo tiene una relevancia práctica-clínica significativa en el estudio basado en el análisis de elementos finitos ya que podrán optimizar las preparaciones oclusales, mejorar la resistencia y durabilidad de las restauraciones, y desarrollar guías más precisas para prácticas clínicas, beneficiando tanto a pacientes como a profesionales.

Debido a las diversas limitaciones, no se lograron obtener resultados exactos ya que, al ser un estudio experimental de tipo virtual, solo obtenemos un resultado aproximado de una situación clínica real, por lo que se recomienda llevarlo a un ámbito clínico.

V. CONCLUSIONES

Se puede concluir que las fuerzas oblicuas generaron una mayor tensión compresiva en comparación a las fuerzas horizontales y verticales a nivel de la corona. Cabe resaltar la

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

importancia de las cargas masticatorias de cada paciente, el direccionamiento de las fuerzas y tensiones compresivas, para la elección de un adecuado material rehabilitador. Futuros estudios tanto *in vitro* como clínicos, nos podrían dar información complementaria, lo cual nos podría ayudar en la toma de decisiones por parte del operador.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VI. TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Propiedades mecánicas del premolar y del cemento Relyx U200. [1,16,17,18,19,20]

Elementos	Módulo de elasticidad (Gpa)	Coeficiente de Poisson Espesor
Disilicato de litio	95 GPa	0,26
Esmalte	70 GPa	0,30
Dentina	18 GPa	0,23
Pulpa	0,0021 GPa	0,45
Ligamento Periodontal	0,0689 GPa	0,45
Hueso Alveolar	13,7 GPa	0,3
Cemento Relyx U200	6,6 GPa	0,33

Tabla 2. Distribución de tensión compresiva horizontal, vertical y oblicua (MPa) en la corona y muñón.

Tensión	Tensión compresiva horizontal (Mod 1)		Tensión compresiva vertical (Mod 2)		Tensión compresiva oblicua (Mod 3)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Corona	5,98	483	0,0197	543	0,039152	1463,6
Muñón	5,98e-7	20	7,65e-007	23,9	0,00000	0,00010

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

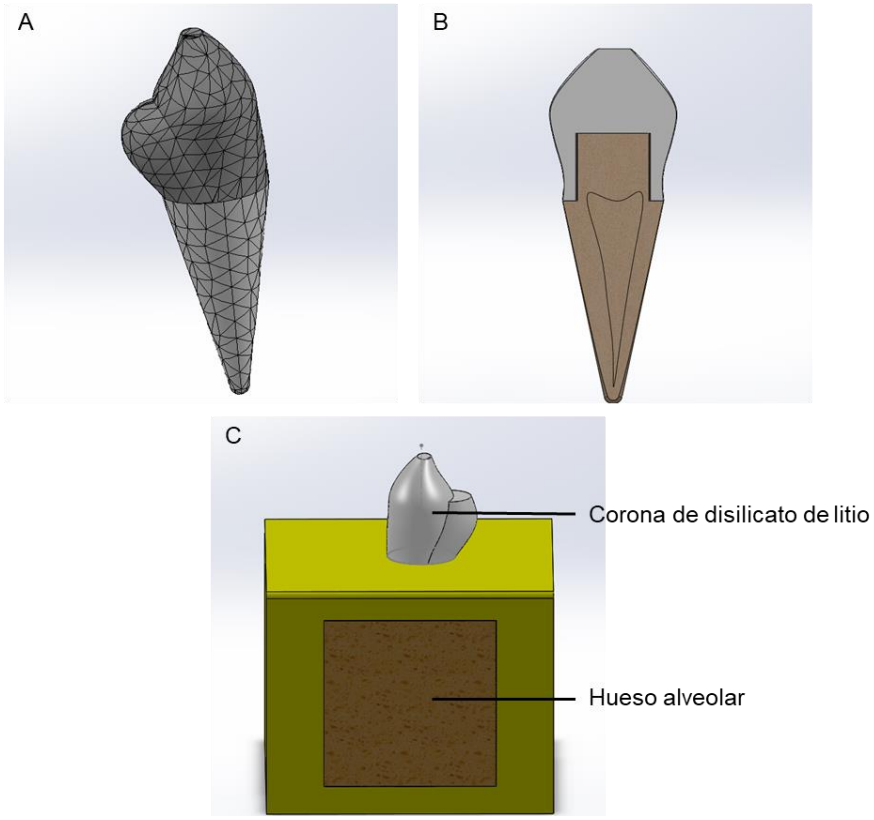


Figura 1. A) Mallado de premolar inferior; B) Vista sagital de premolar inferior con su corona; C) Vista lateral de premolar inferior con hueso alveolar.

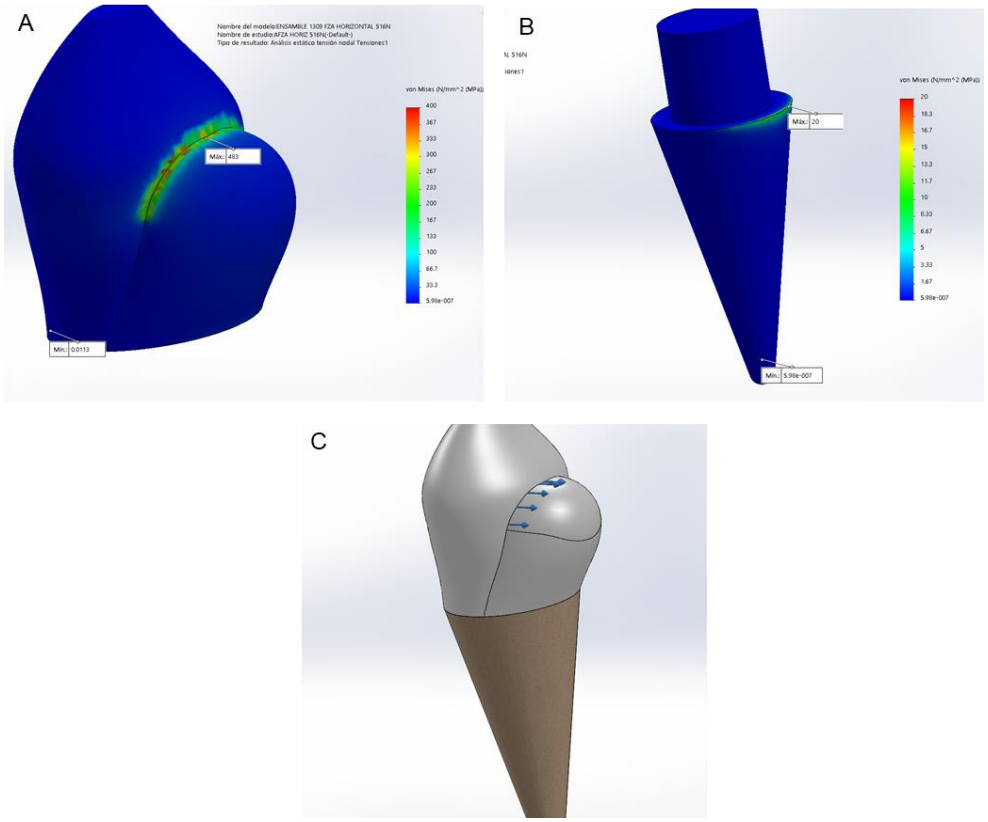


Figura 2. A) Análisis Von Mises para la tensión compresiva con fuerza horizontal en muñón; B) Análisis Von Mises para la tensión compresiva con fuerza horizontal en corona; C) Diseño sobre el cual se aplicó una fuerza en sentido horizontal.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

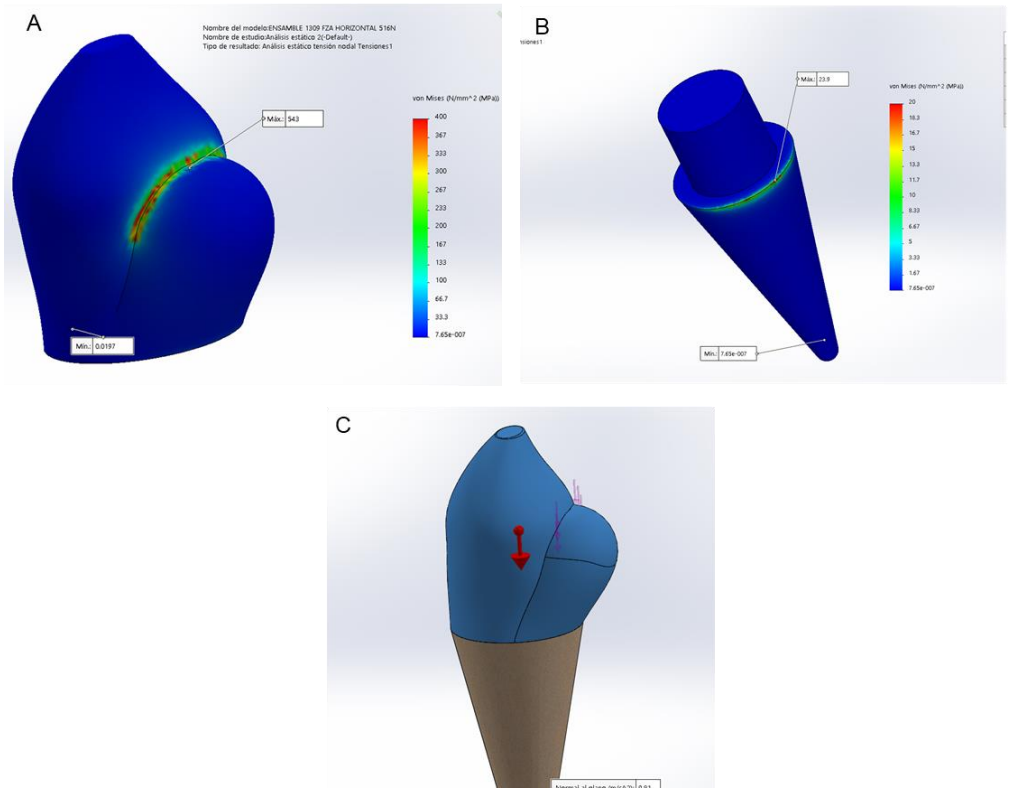


Figura 3. A) Análisis Von Mises para la tensión compresiva con fuerza vertical en muñón; B) Análisis Von Mises para la tensión compresiva con fuerza vertical en corona; C) Diseño sobre el cual se aplicó una fuerza en sentido vertical.

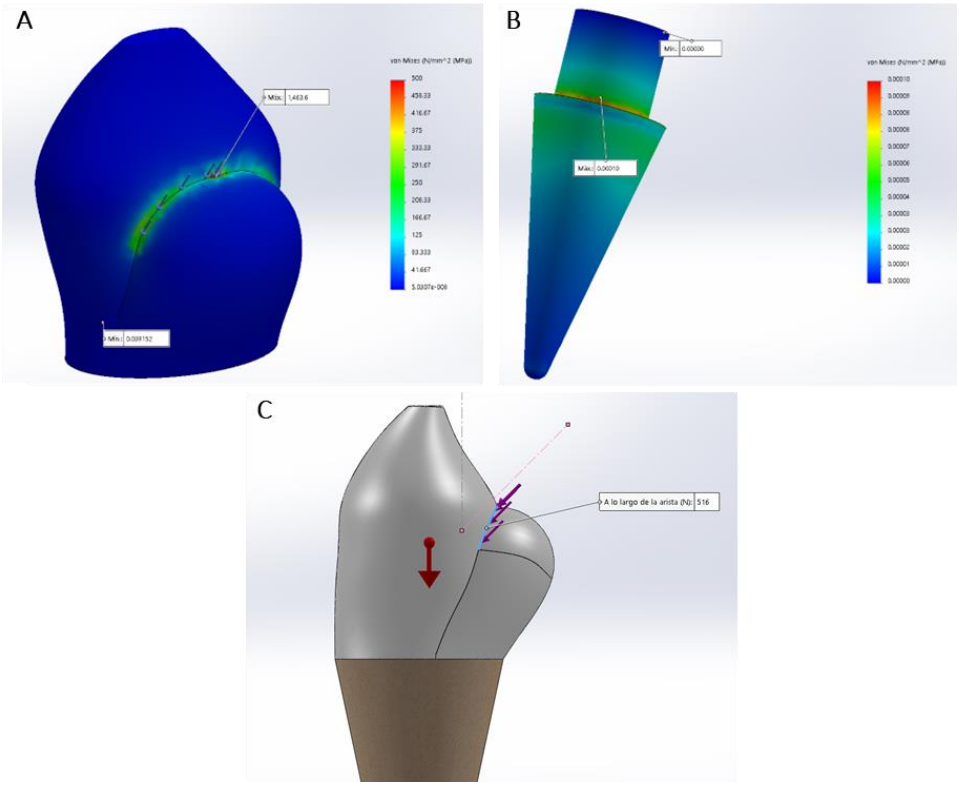


Figura 4. A) Análisis Von Mises para la tensión compresiva con fuerza oblicuo en muñón; B) Análisis Von Mises para la tensión compresiva con fuerza oblicuo en corona; C) Diseño sobre el cual se aplicó una fuerza en sentido Oblicuo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Vargas K, Lopez A. Distribución de la tensión compresiva en segundos premolares superiores en coronas individuales mediante el análisis de elementos finitos, Revista Cient. Odontol. 2017;5(1):652. DOI: 10.21142/2523-2754 -0501-2017-%25p
2. Teichmann M, Göckler F, Weber V, Yildirim M, Wolfart S, Edelhoff D. Ten-year survival and complication rates of lithium-disilicate (Empress 2) tooth-supported crowns, implant-supported crowns, and fixed dental prostheses. Journal of Dentistry. 2017;56:65–77. DOI: 10.1016/j.jdent.2016.10.017
3. Brawek PK, Wolfart S, Endres L, Kirsten A, Reich S. The clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow—the comparison of two systems. Clinic Oral Investigation. 2013;17(9):2119–25. DOI: 10.1007/s00784-013- 0923-5
4. Jung S, Moser MM, Kleinheinz J, Happe A. Biocompatibility of lithium disilicate and zirconium oxide ceramics with different surface topographies for dental implant abutments. Int J Mol Sci. 2021;22(14):7700. DOI: 10.3390/ijms22147700
5. Abdulrahman S, Von See Mahm C, Talabani R, Abdulateef D. Evaluation of the clinical success of four different types of lithium disilicate ceramic restorations: a retrospective study. BMC Oral Health. 2021;21(1). DOI:10.1186/s12903- 021-01987-1
6. Della Bona A, Nogueira AD, Pecho OE. Optical properties of CAD–CAM ceramic systems. J Dent. 2014;42(9):1202–9. DOI: 10.1016/j.jdent.2014.07.005
7. Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). Dent Mater. 2015;31(6):603–23. DOI: 10.1016/j.dental.2015.02.011.
8. Pjetursson BE, Sailer I, Makarov NA, Zwahlen M, Thoma DS. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part II: Multiple-unit FDPs. Dent Mater. 2015;31(6):624–39. DOI: 10.1016/j.dental.2015.02.013
9. Willard A, Gabriel Chu T-M. The science and application of IPS e.Max dental ceramic. Kaohsiung J Med Sci. 2018;34(4):238–42. DOI:10.1016/j.kjms.2018. 01. 01 2
10. Wolfart S, Eschbach S, Scherrer S, Kern M. Clinical outcome of three-unit lithium-disilicate glass–ceramic fixed dental prostheses: Up to 8 years results. Dent Mater. 2009;25(9):63–71. DOI: 10.1016/j.dental.2009.05.003
11. Soares C, Versluis A, Dolores A, Miranda C, Bicalho A, Veríssimo C, et al. Finite Element Analysis in Dentistry - Improving the Quality of Oral Health Care. 2012 Mar: 25-56. DOI: 10.5772/37353
12. Waly AS, Souror YR, Yousief SA, Alqahtani WMS, El-Anwar MI. Pediatric stainless-steel crown cementation finite element study. Eur J Dent. 2021;15(01): 077–83. DOI: 10.1055/s-0040-1715915
13. Jurado C, Kaleinikova Z, Tsujimoto A, Alberto Cortés Treviño D, Seghi RR, Lee DJ. Comparison of fracture resistance for chairside CAD/CAM lithium disilicate crowns and overlays with different designs. J Prosthodont. 2022;31(4):341–7. DOI: 10.1111 /jopr.13411
14. Kashkari A, Yilmaz B, Brantley WA, Schricker SR, Johnston WM. Fracture analysis of monolithic CAD-CAM crowns. J Esthet Restor Dent. 2019;31(4):346–52. DOI: 10.1111/jerd.12462
15. Pan CY, Lan TH, Liu PH, Fu WR. Comparison of Different Cervical Finish Lines of All-Ceramic Crowns on Primary Molars in Finite Element Analysis. Materials (Basel). 2020 Mar 1;13(5):1094. DOI: 10.3390/ma13051094.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

16. Kampe T, Haraldson T, Hannerz H, Carlsson GE. Occlusal perception and bite force in young subjects with and without dental fillings. Acta Odontol Scand. 1987;45(2):101–7. DOI: 10.3109/00016358709098364
17. Serra CM, Manns AE. Bite force measurements with hard and soft bite surfaces. J Oral Rehabil. 2013;40(8):563–8. DOI: 10.1111/joor.12068
18. Park S, Quinn JB, Romberg E, Arola D. On the brittleness of enamel and selected dental materials. Dent Mater. 2008;24(11):1477-85. DOI: 10.1016/j.dental.2008. 03.007
19. Rosatto CM, Bicalho AA, Veríssimo C, Bragança GF, Rodrigues MP, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and 16 fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. J Dent. 2015 Dec;43(12):1519-28. DOI: 10.1016/j.jdent.2015.09. 007
20. Versluis A, Tantbirojn D, Pintado MR, DeLong R, Douglas WH. Residual shrinkage stress distributions in molars after composite restoration. Dent Mater. 2004;20(6):554–64. DOI: 10.1016/j.dental.2003.05.007
21. Yan J, Kaizer MR, Zhang Y. Load-bearing capacity of lithium disilicate and ultra-translucent zirconias. J Mech Behav Biomed Mater. 2018;88:170–5.DOI:10.10 16/j.jmbbm.2018.08.023
22. Soares P, Machado A, Zeola L, Souza P, Galvão A, Montes T, et al. Loading and composite restoration assessment of various non-carious cervical lesions morphologies - 3D finite element analysis. Aust Dent J. 2015;60(3):309–16. DOI: 10 .1111/adj.12233.
23. Şensoy AT, Çolak M, Kaymaz I, Findik F. An application of finite element method in material selection for dental implant crowns. Biomed Tech (Berl). 2021;66(4):429–36. DOI: 10.1515/bmt-2020-0232.
24. Ma L, Guess PC, Zhang Y. Load-bearing properties of minimalinvasive monolithic lithium disilicate and zirconia occlusal onlays: finite element and theoretical analyses. Dent Mater. 2013 Jul;29(7):742-51. DOI: 10.1016/j.dental.2013.04.004.
25. Palamara J, Palamara D, Messer H., Tyas M. Tooth morphology and characteristics of non-carious cervical lesions. J Dent. 2006;34(3):185-194. DOI: 10.10 16/j.jdent.2005. 05 .005
26. Ichim I, Schmidlin P, Kieser J, Swain M. Mechanical evaluation of cervical glass-ionomer restorations: 3D finite element study. J Dent. 2007;35(1):28-35. DOI:10.1016/j.jdent. 2006.04.003.
27. Ceddia M, Lamberti L, Trentadue B. FEA comparison of the mechanical behavior of three dental crown materials: Enamel, ceramic, and Zirconia. Materials (Basel). 2024;17(3):673. DOI: 10.3390/ma17030673.
28. Waltimo A, Könönen M. A novel bite force recorder and maximal isometric bite force values for healthy young adults. Eur J Oral Sci. 1993;101(3):171–5. DOI: 10.1111/j.1600-0722.1993.tb01658.x
29. Dejak B, Mlotkowski A, Romanowicz M. Finite element analysis of mechanism of cervical lesion formation in simulated molars during mastication and parafunction. J Prosthet Dent. 2005;94(6):520–9. DOI: 10.1016/j.prosdent.2005.10.001.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	METODOLOGÍA
Problema general ¿Cuál es la tensión compresiva en coronas de disilicato de litio en premolares inferiores mediante elementos finitos?	Objetivo general Analizar la tensión compresiva en coronas de disilicato de litio en premolares inferiores mediante elementos finitos.	Diseño de investigación: Experimental *in silic*o. Muestra: Tres diseños de coronas de disilicato de litio en primera premolares inferiores. Técnicas: Método de elemento finito. Instrumento: Software SolidWorks® versión 2020.
Problemas específicos	Objetivos específicos	
1. ¿Cuál es la máxima tensión compresiva ante las fuerzas horizontales, verticales y oblicuas en coronas de disilicato de litio?	1. Determinar la máxima tensión compresiva ante las fuerzas horizontales, verticales y oblicuas en coronas de disilicato de litio.	
2. ¿Cuál es la mínima tensión compresiva ante las fuerzas horizontales, verticales y oblicuas en coronas de disilicato de litio?	2. Determinar la mínima tensión compresiva ante las fuerzas horizontales, verticales y oblicuas en coronas de disilicato de litio.	
3. ¿Cuál es la localización de la máxima y mínima tensión compresiva ante las fuerzas horizontales, verticales y oblicuas en coronas de disilicato de litio?	3. Determinar la localización de la máxima y mínima tensión compresiva ante las fuerzas horizontales, verticales y oblicuas en coronas de disilicato de litio.	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 2. Tabla de operacionalización de variables.

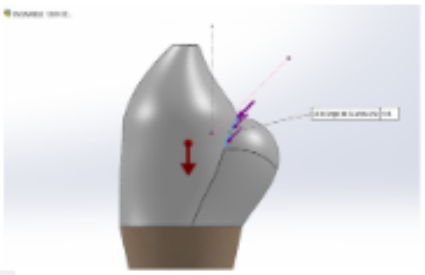
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	VALORES	TIPO	ESCALA
Tensión compresiva	Resultante del esfuerzo máximo de compresión.	Aplicación de una carga de compresión controlada y medición de la resultante corona de disilicato de litio	Máximo	Valor máximo obtenido con SolidWorks	MPa	Cuantitativa	Continua de razón
			Mínimo	Valor mínimo obtenido con SolidWorks	MPa	Cuantitativa	Continua de razón
			Localización	Zona de la corona compatible con máxima tensión (color rojo) y mínima tensión (azul) según la escala de Von Mises.	(1) Surco central (2) Zona cervical	Cualitativa	Nominal
Fuerzas dirigidas	Orientación de fuerzas en un sentido	Orientación de la fuerza hacia la corona de disilicato de litio replicado en el software de elemento finito.	Verticales	Magnitud de fuerza vertical	Newtons (N)	Cuantitativa	Continua de razón
			Horizontales	Magnitud de fuerza horizontal	Newtons (N)	Cuantitativa	Continua de razón
			Oblicuas	Magnitud de fuerza oblicua	Newtons (N)	Cuantitativa	Continua de razón

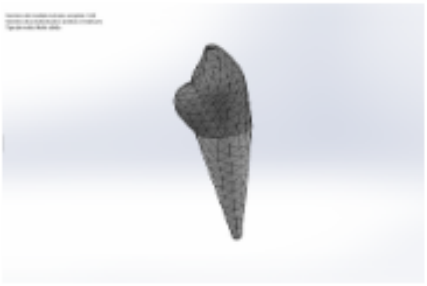
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 3. Evidencia de capacitación.

INFORME DESARROLLO "ANÁLISIS DE LA TENSIÓN COMPRESIVA EN CORONAS DE DISILICATO DE LITIO EN PREMOLARES INFERIORES: ELEMENTO FINITO"





Tipo de malla: Malla sólida.
Numero de nodos: 1309.
Aplicación de fuerza: 516 N.
Pieza: Coronas de disilicato de litio en premolares inferiores.
Orientación e fuerzas: Horizontal, vertical y oblicua.

Se capacito a los alumnos Fernando Alfredo Rojas Arcos y Axel Marcelo Tolentino Trigoso en la lectura e interpretación de resultados obtenidos a través del programa SolidWorks® 2020.

Dra. Romy Angeles Maslucan

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 4. Resolución Directoral de aprobación de la Carrera.

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS Y NOMBRAMIENTO DEL ASESOR

RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE LA CARRERA DE ESTOMATOLOGÍA Nº 088-DACE-DAFCS-U. CIENTÍFICA-2022

Lima, 26 de agosto del 2022.

VISTO:
La solicitud de el/la tesista, asesor/a y la evaluación del Responsable de Investigación de la Carrera de Estomatología y de acuerdo a la RESOLUCIÓN DIRECTORAL No. 012-DGIDI-CIENTIFICA-2021 sobre Normas de precisiones de exoneración del Comité de Ética. Se aprueba el registro N° **PRE-8-2022-00112** del proyecto de Tesis Titulado: **"ANÁLISIS DE LA TENSIÓN COMPRESIVA EN CORONAS DE DISILICATO DE LITIO EN PREMOLARES INFERIORES: ELEMENTO FINITO"** presentado por **FERNANDO ALFREDO ROJAS ARCOS y AXEL MARCELO TOLENTINO TRIGOSO.**

CONSIDERANDO:
Que, de acuerdo con el Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pre/posgrado para obtener el Título de **CIRUJANO DENTISTA** en la Carrera de Estomatología de la Universidad Científica del Sur, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo con la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

ART. 1°: APROBAR E INSCRIBIR el Proyecto de Tesis titulado: **"ANÁLISIS DE LA TENSIÓN COMPRESIVA EN CORONAS DE DISILICATO DE LITIO EN PREMOLARES INFERIORES: ELEMENTO FINITO"** de **FERNANDO ALFREDO ROJAS ARCOS y AXEL MARCELO TOLENTINO TRIGOSO** con registro: **Nº PRE-8-2022-00112** y establecer la vigencia de aprobación de este documento de dieciocho (18) meses (hasta el 26 de febrero del 2024), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto de investigación.

ART. 2°: NOMBRAR Asesor/a del trabajo de tesis señalado, a al/la **CD. Rafael Chafloque Borja.**

Regístrese, comuníquese y archívese.

CARRERA DE ESTOMATOLOGÍA · DIRECCIÓN ACADÉMICA · UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Dr. Claudio Peña Soto
Director Académico de la Carrera de Estomatología

T // (511) 610 6738
informes@cientifica.edu.pe
cientifica.edu.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 5. Evidencia de envió a revista.

Revista Estomatológica Herediana



María Claudia Garcés Elías <rev.estomatol.herediana@oficinas-upch.pe>
Para: Usted

Responder | Responder a todos | Reenviar
Mar 4/06/2024 09:36

Fernando Alfredo Rojas Arcos:

Gracias por enviar el manuscrito "ANÁLISIS DE LA TENSIÓN COMPRESIVA EN CORONAS DE DISILICATO DE LITIO EN PREMOLARES INFERIORES: ELEMENTO FINITO" a Revista Estomatológica Herediana. Con nuestro sistema de gestión de revistas en línea, podrá iniciar sesión en el sitio web de la revista y hacer un seguimiento de su progreso a través del proceso editorial.

URL del manuscrito: https://revistas.upch.edu.pe/index.php/REH/authorDashboard/submission/5490
Nombre de usuario/a: fernandop031

En caso de dudas, contacte conmigo. Gracias por elegir esta revista para publicar su trabajo.

María Claudia Garcés Elías

Responder | Reenviar

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis