



## Análisis del ajuste marginal e interno de endocoronas de cerámica híbrida y polieteretercetona elaboradas en CAD/CAM: un enfoque *In Vitro*

### Analysis of the marginal and internal fit of hybrid ceramic and polyetheretherketone endocrowns manufactured with CAD/CAM: An *In Vitro* approach

Arboleda Jumbo Stephany Jasmin<sup>1-a</sup> | García Merino Iván Ricardo<sup>2-b</sup> | Daniel Delgado-Piedra<sup>2-c</sup> |

<sup>1</sup> ID | Odontóloga Ministerio de Salud Pública, Quito, Ecuador

<sup>2</sup> ID | Docente Facultad de Odontología Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador

#### HISTORIAL DEL ARTÍCULO

Recepción: 10-09-2023

Aceptación: 25-11-2023

Publicación: 15-01-2024

#### PALABRAS CLAVE

precisión, diseño asistido por ordenador, corona dental, endodoncia, rehabilitación bucal

#### KEY WORDS

accuracy, computer-aided design, computer-aided milling, crown, endodontically, oral rehabilitation

#### ORCID

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0009-0008-8391-3425>

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6975-5143>

<sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1275-9052>

#### CORRESPONDENCIA AUTOR

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, QUITO, ECUADOR

E-MAIL: DADELGADO@UCE.EDU.EC

#### RESUMEN

La restauración de dientes endodonciados gravemente dañados es un desafío, pues la rehabilitación indicada son los postes, que pueden generar fractura y pérdida dental. Como alternativa a este problema se han recurrido a las endocoronas. Este método requiere una preparación menos invasiva; pero para su longevidad la adaptación marginal e interna es importante. **Objetivo:** Analizar el ajuste marginal e interno de endocoronas de cerámica híbrida y polieteretercetona elaboradas en CAD-CAM. **Materiales y Métodos:** Estudio experimental *in vitro*, en el que se preparó un primer molar mandibular artificial con (n=20) endocoronas de cerámica híbrida (n=10) y PEEK (n=10) elaboradas en CAD/CAM. El ajuste marginal se evaluó mediante una cámara EOS-Rebel-T3i de Canon con un lente macro 100mm y ring-flash MR-14EX-II-Macro-Ring-Lite en cuatro superficies (vestibular, lingual, mesial y distal) mientras que, el ajuste interno se evaluó en cuatro diferentes puntos (Punto-A: mesio-axial-oclusal, Punto-B: mesio-axial-pulpar, Punto-C: disto-axial-pulpar, Punto-D: disto-axial-oclusal). El análisis estadístico se realizó en el programa Stata-14, se utilizó la prueba estadística paramétrica T-Student y la prueba estadística no paramétrica U de Mann-Whitney, con valor de significancia de  $p < 0.05$  y una alfa de 5%. **Resultados:** Las endocoronas de PEEK obtuvieron una adaptación marginal media de  $89.09 \pm 5.92 \mu\text{m}$  mientras que, las endocoronas de cerámica híbrida de  $98.87 \pm 4.14 \mu\text{m}$ , y en cuanto al ajuste interno la media de PEEK fue de  $183.63 \pm 4.50 \mu\text{m}$  y la media de la cerámica híbrida de  $195.47 \pm 2.41 \mu\text{m}$ , estas variaciones muestran diferencias estadísticamente significativas con una  $p < 0.05$ . **Conclusiones:** Las endocoronas de PEEK elaboradas en CAD/CAM presentaron mejor ajuste marginal e interno que las endocoronas de cerámica híbrida.

#### ABSTRACT

The restoration of severely damaged endodontic teeth is a challenge, since the main rehabilitation consists of posts that can generate fracture and tooth loss. As an alternative to this problem the endo crowns have been employed. This method requires less invasive preparation, but marginal and internal adaptation is important for its longevity. **Objective:** To analyze the marginal and internal adjustment of hybrid ceramic and polyetheretherketone endocrowns made in CAD-CAM. **Methodology:** *In vitro* experimental study in which an artificial mandibular first molar was prepared with (n=20) hybrid ceramic (n=10) and PEEK (n=10) CAD/CAM endocrowns. The marginal adjustment was evaluated using a Canon EOS-Rebel-T3i camera with a 100mm macro lens and MR-14EX-II-Macro-Ring-Lite ring-flash on four surfaces (vestibular, lingual, mesial and distal) while, the internal adjustment was evaluated at four different points (Point-A: mesio-axial-oclusal, Point-B: mesio-axial-pulpal, Point-C: disto-axial-pulpal, Point-D: disto-axial-oclusal). Statistical analysis was performed in the Stata-14 program and the results obtained were analyzed with the parametric T-Student test and the nonparametric Mann-Whitney U test. **Results:** The PEEK end-crowns obtained an average marginal adjustment of  $89.09 \pm 5.92 \mu\text{m}$  while, the hybrid ceramic end-crowns obtained an adjustment of  $98.87 \pm 4.14 \mu\text{m}$ . In terms of internal adjustment, the average PEEK adjustment was  $183.63 \pm 4.50 \mu\text{m}$  and the average hybrid ceramic adjustment was  $195.47 \pm 2.41 \mu\text{m}$ . Although these variations show statistical differences, clinically there are no significant differences. **Conclusions:** The CAD/CAM produced endocrowns presented better marginal and internal adjustment which is observed in the PEEK material.

## INTRODUCCIÓN

Los dientes desvitalizados son el resultado de daños asociados con caries y preparaciones extensas de cavidades, lo que conlleva a la pérdida de la integridad dental. Esto disminuye de la rigidez y resistencia a la fractura del diente desvitalizado. La falta de vitalidad reduce la retroalimentación sensorial generada por las cargas oclusales, lo que incrementa la probabilidad de fracturas<sup>1</sup>.

La restauración comúnmente empleada para su rehabilitación es a base de una corona dental, un muñón y un poste que tiene como ventaja única aumentar la retención de la base central. Sin embargo, esto aumentan el riesgo de fracturas radiculares con una pérdida del 58,3% del tejido dental remanente. En la preparación de un diente posterior para que ingrese el poste se debe ensanchar la estructura anatómica propia de los canales que son generalmente curvos y con diversas angulaciones lo que aumenta el riesgo de una perforación radicular<sup>2,3</sup>.

Actualmente, gracias al desarrollo de técnicas adhesivas y la odontología mínimamente invasiva se han implementado restauraciones coronales de dientes endodonciados más conservadores como son las endocoronas descritas por primera vez en 1995 por Pissis. La técnica de monobloque fue precursora de la endocorona y su término como tal fue empleado en 1999 por Bindl y Mormann como una restauración monolítica retenida a la cámara pulpar y unida por la estructura remanente del diente, la principal ventaja de este diseño es ser conservadora con los tejidos dentales porque requieren poca preparación y no interfiere con el conducto radicular al compararlas con los pernos, muñones y coronas convencionales<sup>2,3,4</sup>.

Varias investigaciones han indicado que las endocoronas son una buena alternativa de tratamiento con una tasa de supervivencia a corto, mediano y largo plazo para molares.

Los avances de la tecnología CAD/CAM durante los últimos 10 años y los materiales cerámicos contribuyen con la elaboración de esta restauración endocoronaria, todavía las investigaciones se enfocan en implementar nuevos materiales con el propósito de mejorar las limitaciones que tienen las cerámicas como es su fragilidad<sup>5</sup>.

En este sentido se observa que ciertos estudios han puesto a prueba al polímero de alto rendimiento polieteretercetona (PEEK) que contienen un 20 % de rellenos cerámicos y una mejora en su módulo de elasticidad de 4 GPa que le permite reducir las fuerzas transmitidas a la restauración y las raíces de los dientes. El uso de las cerámicas híbridas por ser un material que en su composición contiene rellenos de cerámica y resina le otorgan mejoras como: la distribución de fuerzas, la deformación similar al diente y buena estética.

Sin embargo, aunque existen investigaciones que detallan la caracterización mecánica de este material hay muy pocos estudios que lo utilicen en la elaboración de endocoronas. Motivo por el cual en la presente investigación se comparará la adaptación marginal e interna de endocoronas elaboradas en cerámica híbrida y PEEK mediante el sistema CAD/CAM<sup>6,7</sup>.

Para la longevidad de cualquier endocorona es importante la adaptación marginal e interna, porque si existe una mala adaptación se incrementa la probabilidad de que se forme acúmulo de placa, caries secundaria y enfermedad periodontal, asimismo, una capa de cemento gruesa eleva la contracción de poli-

merización reduciendo la resistencia a la fractura, entonces este ajuste puede verse afectado por el diseño de la preparación, la técnica de fabricación, y los materiales empleados<sup>8,9</sup>.

Por lo tanto, el propósito de este estudio *in vitro* es determinar si la hipótesis de investigación se cumplirá según la afirmación sobre que las endocoronas elaboradas con PEEK mediante el sistema CAD/CAM tendrán mayor ajuste marginal e interno que las endocoronas elaboradas con cerámica híbrida a través del sistema CAD/CAM.

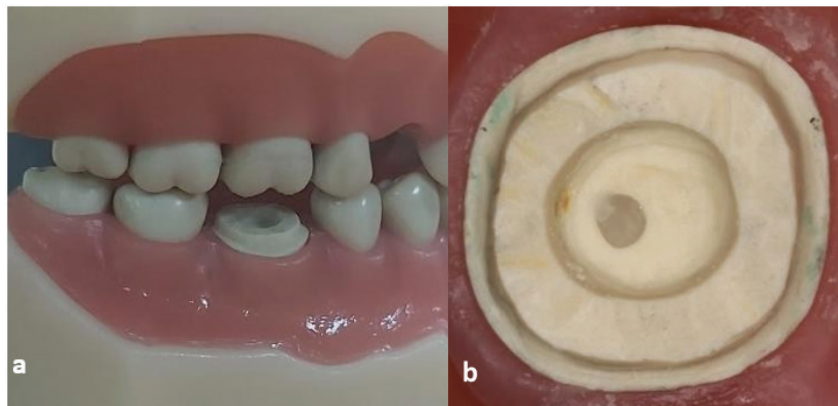
## MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño del estudio es experimental *in vitro*, en el cual se preparó 1 diente tipodonto del primer molar (DM-FG3-Dyma typodont, México) usando una pieza de alta velocidad (CX207-Coxo, China) según las pautas de Fages y Bannasar y Godil et al. para diseñar la endocorona (*Figura 1*)<sup>8,10</sup>.

La preparación se realizó colocando surcos de profundidad oclusal de 2mm en dirección axial como guía mediante una fresa de diamante cónica punta plana (fresa 848 de Diamante para FG Cónica Plana - STRAUSS&CO, Israel), seguida de su reducción completa con una fresa de rueda de diamante (fresa 815 de Diamante para FG Cónica Plana - STRAUSS&CO, Israel), orientada a lo largo del eje del diente y paralelo al plano oclusal.

La cámara pulpar se preparó mediante una fresa de diamante azul cilíndrica de punta cónica (fresa 142) orientada a lo largo del eje longitudinal del diente para lograr que sea unifique la cámara pulpar coronal y la cavidad de acceso endodóntico, con una profundidad intrapulpar de 3 mm, estas medidas se realizaron a través de una sonda graduada.

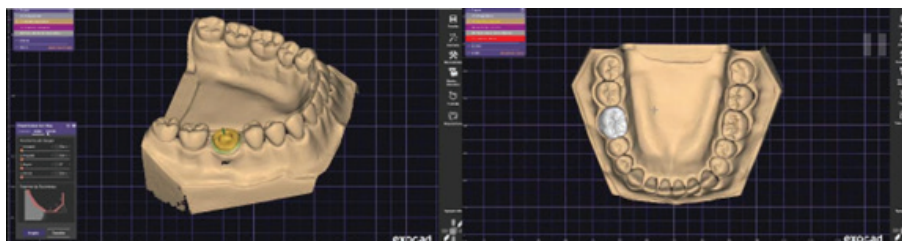
Se colocó una terminación marginal de hombro de 1mm de ancho y a lo largo de toda la circunferencia del diente con una fresa cilíndrica cónica (fresa 142) y por último, toda la preparación fue terminada y pulida utilizando fresas de pulido (*Figura 1 b*)<sup>8</sup>.



**Figura 1.** Tallado del primer molar mandibular en el fantoma. (a) Dientes preparados en tipodonto para recibir endocorona: vista sagital, (b) Dientes preparados en tipodonto para recibir endocorona: vista oclusal.

Luego la preparación se escaneó mediante un escáner de laboratorio extraoral (Shining 3D, Tampa, Estados Unidos) el cuál fue guardado como un archivo STL. Se utilizó un software de diseño dental (Exocad Amann Girschbach, Koblach, Austria) para diseñar la endocorona en el modelo digital escaneado (Figura 2).

Este diseño de endocorona se convirtió en 20 archivos STL y se fresaron en dos materiales diferentes: Grupo 1=cerámica híbrida (Atos block, Smart Dent, San Carlos, Brasil) (n = 10) y Grupo 2= PEEK (Juvora, Invibio Ltd.) (n = 10) utilizando una fresadora de 5 ejes (Amann Girschbach Ceramill Motion 2, Koblach, Austria). Todas las endocoronas se terminaron de acuerdo con las pautas de su fabricante.



**Figura 2.** Diseño de las endocoronas. Nota. (a) Diseño asistido por computadora de endocorona: superficie interna. (b) Diseño asistido por computadora de la de endocorona.

Cada endocorona se colocó sobre el diente tipodonto preparado posterior a esto se utilizó una cámara digital (Modelo: EOS Rebel T3i de Canon con macro 100 y ring flash MR-14EX II) para evaluar el ajuste marginal en un punto medio de las cuatro superficie (vestibular mesial: VM, vestibular lingual: VL, lingual mesial: LM, lingual distal: LD) (Figura 3).



**Figura 3.** Obtención del ajuste marginal. Discrepancia marginal interna de la endocorona mediante el programa Imagen J del grupo de cerámica híbrida (A) y PEEK (B).



Para obtener la parte interna de cada muestra se procedió al diente tipodonto preparado seccionarlo, primero se colocó el diente previamente tallado sobre el fantoma estabilizándolo y luego se procedió a realizar el corte del diente de ivorina con un disco de diamante.

Luego cada endocorona se estabilizó con cera pegajosa en la superficie bucal sobre el diente previamente seccionado, seguido por el corte de la endocorona a lo largo de las inclinaciones del plano sagital medio con un disco de diamante.

Esto se hizo para las muestras de ambos grupos. El espacio interno se evaluó en cuatro puntos diferentes (Punto A: mesio-axial-oclusal, Punto B: mesio-axial-pulpar, Punto C: disto-axial-pulpar, Punto D: disto-axial-oclusal) utilizando la cámara digital (Figura 4).

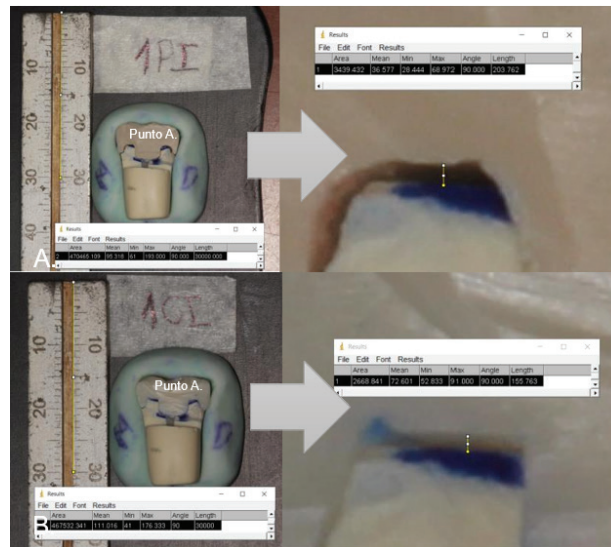


Figura 4. Obtención de ajuste interno. Nota. Discrepancia marginal externa de la endocorona mediante el programa Imagen J del grupo de cerámica híbrida (A) y PEEK (B).

Para obtener la calibración de la muestra se empleó la distancia en mm de la regla de endodoncia como la distancia conocida, con una longitud de 30mm y con la ayuda del programa Imagen J (Versión 1.8.0, Bharti Airtel Ltd.) se transformó esa escala a micrómetros, se comprobó que la distancia trazada efectivamente proporcionara datos en micrómetros al trazar en varios puntos de la regla y obtener la medida exacta, es decir, al seleccionar desde 0mm de la regla a 10mm el programa nos indicaba que esa distancia era 10000 micrómetros.

Se realizaron un total de 160 mediciones para los 2 grupos (4 mediciones  $\times$  2 secciones  $\times$  10 endocoronas  $\times$  2 grupos). Todos los datos se guardaron en una hoja de cálculo (Microsoft Excel, versión 2311, 2016). Se utilizó el paquete estadístico Stata (versión 14) para evaluar las diferencias en la brecha marginal e interna entre ambos grupos ( $P < 0,05$  se consideró estadísticamente significativo), para determinar la distribución de los datos se utilizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, y para la comparación de dos grupos independientes

paramétricos se aplicó una T-Student y los valores que no mostraron normalidad se utilizó la U de Mann-Whitney.

## RESULTADOS

Se utilizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk. Posteriormente, se aplicó una T-Student para la comparación de dos grupos independientes y los valores que no mostraron normalidad se utilizó la U de Mann-Whitney.

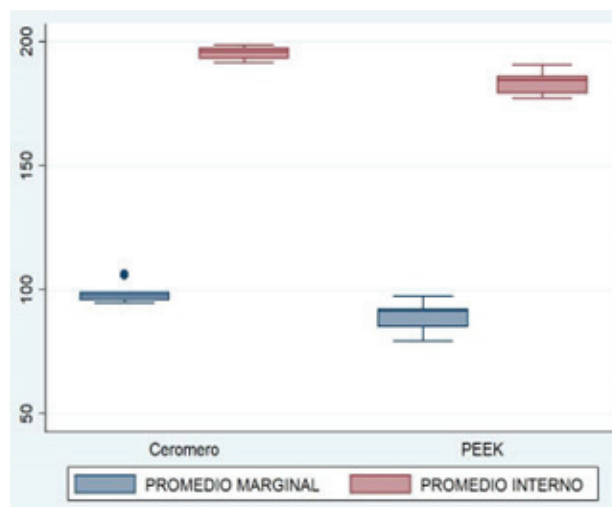
El resultado de la comparación entre el promedio total del ajuste marginal y el ajuste interno de las endocoronas de cerámica híbrida y PEEK se obtuvo una diferencia de medias de 9.78  $\mu\text{m}$  en el ajuste marginal teniendo mayor adaptación PEEK ( $p = 0.007$ ) lo cual es estadísticamente significativo y al comparar el ajuste interno se obtuvo una diferencia de medias de 11.84  $\mu\text{m}$ . Obteniendo mayor adaptación PEEK ( $p = 0.000$ ) lo cual es estadísticamente significativo. (Tabla 1)

**Tabla 1.** Comparación de las medias de ajuste marginal e interno de cerámica híbrida y PEEK.

Variable	Grupo	Media (DS) $\mu\text{m}$	Diferencias de medias $\mu\text{m}$	[95% Conf. Interval]		p valor*
				Inferior	Superior	
Adaptación	Marginal	C	98.87	95.91	101.83	0.007* $\phi$
		P	89.09	84.85	93.33	
	Interno	C	195.47 $\pm$ (2.41)	193.74	197.20	0.000* $\dagger$
		P	183.63 $\pm$ (4.50)	180.42	186.85	

$\dagger$  t-Student;  $\phi$  U de Mann-Whitney; \*p<0.05; C: cerámica híbrida; P: PEEK

La distribución de medias de ajuste marginal e interno entre la cerámica híbrida y PEEK se observa que la adaptación interna tiene mayor longitud en micras que el promedio marginal. (Figura 5).

**Figura 5.** Distribución de la media del ajuste marginal e interno de cerámica híbrida y PEEK. Gráfico de Cajas obtenido del programa estadístico Stata (versión 14).

## DISCUSIÓN

El presente estudio se realizó con la finalidad de comparar el ajuste marginal e interno de endocoronas de cerámica híbrida y PEEK elaboradas en CAD/CAM. Los resultados muestran que en adaptación marginal el PEEK tuvo 9.78  $\mu\text{m}$  mejor ajuste que la cerámica y en la adaptación interna el PEEK tuvo 11.84  $\mu\text{m}$  mejor ajuste que la cerámica. Esto probablemente se debe a las mejores características del PEEK en cuando a deformación.

A pesar de que existió diferencia significativa en los resultados del ajuste marginal e interno tanto de las endocoronas fabricadas en PEEK y cerámica híbrida, estos resultados individualmente muestran valores clínicamente aceptables, debido a que varios autores como Dolev et al. 2019 han indicado que la discrepancia marginal debe ser inferior a 100  $\mu\text{m}$  e inclusive otros autores como Goujat et al. 2019 y Di Fiore et al. 2019 han determinado valores hasta los 120  $\mu\text{m}$ <sup>10,11,12</sup>.

Sin embargo, el ajuste interno en la literatura indican valores diversos como clínicamente aceptables desde 50-100 $\mu\text{m}$  o 70-120 $\mu\text{m}$  expuesto por Goujat et al., o 75-160 $\mu\text{m}$  en el estudio de El Ghoual et al. 2020, que muestran ser diferentes a estudios como el de Di Fiore et al. que obtuvo un ajuste interno de 150 a 120 $\mu\text{m}$  o como la investigación de Shin et al. 2017 con valores de 200 a 300  $\mu\text{m}$  de discrepancia interna<sup>10,13,14</sup>.

La brecha marginal de PEEK de 89.09 $\mu\text{m}$  es similar a la investigación de de Roy et al. 2019 que compara al metal porcelana con PEEK obteniendo una brecha marginal media de 90,04 $\mu\text{m}$  o el estudio de Godil et al. 2021 que consiguieron una media marginal de 81,28 $\mu\text{m}$  y una brecha interna de 199,13 $\mu\text{m}$  similar al presente estudio de 183.63  $\mu\text{m}$ <sup>8,15</sup>.

Sin embargo, investigaciones como la de El Ghoual et al. 2020 que compara el ajuste marginal e interno de la nanocerámica híbrida

da con cerámicas convencionales obtuvo valores de ajuste marginal de  $143\mu\text{m}$  y de interno de  $116,1\mu\text{m}$  contrario a la brecha marginal de  $98,87\mu\text{m}$  y la brecha interna de  $195,4\mu\text{m}$  del presente estudio<sup>13</sup>.

La variación en los hallazgos entre los estudios mencionados y la presente investigación podría atribuirse a diferentes variables, como el tipo de restauración, el diseño de la preparación, el material de restauración, las técnicas de fabricación, la precisión y las técnicas de medición, por ejemplo, Shin et al. 2017 midió las discrepancias marginales e internas de endocoronas CAD/CAM con diferentes profundidades de cavidad (2mm y 4mm), según esto el rango de la brecha marginal en relación a la profundidad de 4mm fue de 99 a  $120\mu\text{m}$ , y la discrepancia del piso pulpar de 229 a  $243\mu\text{m}$  mientras que, la cavidad de 2mm obtuvo rangos en marginal de  $69,22\mu\text{m}$  y discrepancias del piso pulpar de  $102,62\mu\text{m}$ , es decir, las discrepancias marginales e internas aumentaron según la profundidad de la cavidad, que en comparación con el presente estudio la profundidad de la cámara pulpar fue de 3mm motivo por el cual se atribuye valores internos cercanos a las  $200\mu\text{m}$  tanto para el grupo de PEEK y cerámica híbrida<sup>8,14,15,16</sup>.

Por lo tanto, PEEK muestra mejores resultados con una mejor adaptación marginal e interna, lo cual puede ser por la diferencia de propiedades entre los dos materiales analizados, el PEEK empleado en el presente estudio fue polietere tercetona pura y la cerámica híbrida empleada contenía rellenos de resina.

## REFERENCIAS

1. Aldesoki Mostafa, Bourauel Christoph, Morsi Tarek, I. El-Anwar Mohamed, K. Aboelfadl Ahmad, Elshazly Tarek M. Biomechanical behavior of endodontically treated premolars restored with different endocrown designs: Finite element study. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. septiembre de 2022;133. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1751616122002223>
2. Govare Nicolas, Contrepolis Mathieu. Endocrowns: A systematic review. *J Prosthet Dent*. marzo de 2020;123(3):411-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391319302902>
3. Dejak B, Młotkowski A. 3D-Finite element analysis of molars restored with endocrowns and posts during masticatory simulation. *Dental Materials*. diciembre de 2013;29(12):e309-17. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24157244/>
4. Al-Dabbagh RA. Survival and success of endocrowns: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. marzo de 2021;125(3):415.e1-415.e9. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/375868399\\_A\\_Systematic\\_Review\\_and\\_MetaAnalysis\\_on\\_the\\_Fracture\\_Strength\\_Survival\\_and\\_Success\\_Rates\\_of\\_Endocrown\\_Versus\\_Conventional\\_Restorations\\_of\\_Endodontically-Treated\\_Teeth](https://www.researchgate.net/publication/375868399_A_Systematic_Review_and_MetaAnalysis_on_the_Fracture_Strength_Survival_and_Success_Rates_of_Endocrown_Versus_Conventional_Restorations_of_Endodontically-Treated_Teeth)
5. Tammam Attia Raafat Abd El-Rhman. Clinical evaluation of monolithic zirconia (5y), lithium disilicate and modified peek cad-cam endocrown materials, 3-year clinical prospective study. *EGYPTIAN DENTAL JOURNAL*. enero de 2021;67:635:650 Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/349241846\\_Clinical\\_evaluation\\_of\\_monolithic\\_Zirconia\\_5Y\\_Lithium\\_Disilicate\\_and\\_modified\\_PEEK\\_CAD-CAM\\_endocrown\\_materials3-year\\_clinical\\_prospective\\_study](https://www.researchgate.net/publication/349241846_Clinical_evaluation_of_monolithic_Zirconia_5Y_Lithium_Disilicate_and_modified_PEEK_CAD-CAM_endocrown_materials3-year_clinical_prospective_study)

Esto tendría concordancia con la investigación de Meshreky et al. 2020 que atribuyen la diferencia de sus resultados a la composición de sus materiales empleados, con un grupo de PEEK modificado con cerámica y otro grupo de zirconia, resaltando que debido a la estructura semicristalina con rellenos incrustados en la matriz de resina de PEEK pudo dar diferencia de la brecha marginal mayor a la del zirconio que es policristalina, de igual manera el estudio de El-Farag et al. 2023 menciona que las propiedades físicas de los materiales utilizados en su investigación pueden ser responsables de las diferencias significativas, como la zirconia (con valores más altos de ajuste marginal e interno), la cerámica híbrida con rellenos poliméricos (valor más bajo de ajuste interno) y el PEKK utilizado para Pekkton (valor más bajo de ajuste marginal). (17,18)

## CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en el presente estudio in vitro las endocoronas elaboradas en CAD/CAM que presentaron mejor ajuste marginal y ajuste interno se observa en el material PEEK.

## Conflicto de intereses

Los autores afirman que no tienen ningún conflicto de interés.

## Colaboración de los autores

SA: Ensayos de investigación y escrito del primer borrador. IG: Ensayos de investigación y escrito del primer borrador. DD: Revisión de la versión final y estadística.

6. Santos Mariana, Coelho Ana, Baptista Anabel, Marto Carlos, Amaro Ines, Saraiva Jose, et al. Mechanical and Tribological Characterization of a Dental Ceromer. *Journal of Funtional Biomaterials*. el 21 de marzo de 2020;11(1):15. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/339537089\\_Mechanical\\_and\\_Tribological\\_Characterization\\_of\\_a\\_Dental\\_Ceromer](https://www.researchgate.net/publication/339537089_Mechanical_and_Tribological_Characterization_of_a_Dental_Ceromer)
7. Tartuk BK, Ayna E, Göncü Başaran E. Comparison of the Load-bearing Capacities of Monolithic PEEK, Zirconia and Hybrid Ceramic Molar Crowns. *meandros*. el 1 de abril de 2019;20(1):45–50. [https://www.researchgate.net/publication/332830591\\_Comparison\\_of\\_the\\_Loadbearing\\_Capacities\\_of\\_Monolithic\\_PEEK\\_and\\_Hybrid\\_Ceramic\\_Molar\\_Crowns](https://www.researchgate.net/publication/332830591_Comparison_of_the_Loadbearing_Capacities_of_Monolithic_PEEK_and_Hybrid_Ceramic_Molar_Crowns)
8. Godil AZ, Kazi AI, Wadwan SA, Gandhi KY, Dugal RJS. Comparative evaluation of marginal and internal fit of endocrowns using lithium disilicate and polyetheretherketone computer-aided design - computer-aided manufacturing (CAD-CAM) materials: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2021;24(2):190–4. Disponible en : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8562835/>
9. Zoidis P, Bakiri E, Polyzois G. Using modified polyetheretherketone (PEEK) as an alternative material for endocrown restorations: A short-term clinical report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. marzo de 2017;117(3):335–9. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/360180123\\_Marginal\\_integrity\\_and\\_clinical\\_evaluation\\_of\\_polyetheretherketone\\_PEEK\\_versus\\_lithium\\_disilicate\\_E-Max\\_endocrowns\\_Randomized\\_controlled\\_clinical\\_trial](https://www.researchgate.net/publication/360180123_Marginal_integrity_and_clinical_evaluation_of_polyetheretherketone_PEEK_versus_lithium_disilicate_E-Max_endocrowns_Randomized_controlled_clinical_trial)
10. Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin C, Pradelle N, Seux D, et al. Marginal and internal fit of CAD-CAM inlay/onlay restorations:A systematic review of in vitro studies. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. abril de 2019;121(4):590–597.e3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30509548/>
11. Di Fiore A, De Francesco M, Monaco C, Stocco E, Vigolo P, Stellini E. Comparison of accuracy of single-crown generated from digital and conventional impressions: an in vivo controlled trial. *Journal of Osseointegration*. el 14 de junio de 2019;11(2):107–12. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9444482/>
12. Dolev E, Bitterman Y, Meirowitz A. Comparison of marginal fit between CAD-CAM and hot-press lithium disilicate crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. enero de 2019;121(1):124–8. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/326063268\\_Comparison\\_of\\_marginal\\_fit\\_between\\_CAD-CAM\\_and\\_hot-press\\_lithium\\_disilicate\\_crowns](https://www.researchgate.net/publication/326063268_Comparison_of_marginal_fit_between_CAD-CAM_and_hot-press_lithium_disilicate_crowns)
13. El Ghouli WA, Özcan M, Ounsi H, Tohme H, Salameh Z. Effect of different CAD-CAM materials on the marginal and internal adaptation of endocrown restorations: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. enero de 2020;123(1):128–34. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31027958/>
14. Shin Y, Park S, Park JW, Kim KM, Park YB, Roh BD. Evaluation of the marginal and internal discrepancies of CAD-CAM endocrowns with different cavity depths: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. enero de 2017;117(1):109–15. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27460311/>
15. Roy Malvika, Tewary Shivsagar, Sanyal Pronob, Kamnoor Shubha, Vande Aaditee. An in vivo study to compare the marginal fit accuracy of crowns prepared using two different materials. *Evolution Med Dent Sci*. el 17 de junio de 2019;8(24):1930–4. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/334588721\\_AN\\_IN\\_VIVO\\_STUDY\\_TO\\_COMPARE\\_THE\\_MARGINAL\\_FIT\\_ACCURACY\\_OF\\_CROWNS\\_PREPARED\\_USING\\_TWO\\_DIFFERENT\\_MATERIALS](https://www.researchgate.net/publication/334588721_AN_IN_VIVO_STUDY_TO_COMPARE_THE_MARGINAL_FIT_ACCURACY_OF_CROWNS_PREPARED_USING_TWO_DIFFERENT_MATERIALS)
16. Attar Esraa, Alshali Shatha, Abuhaimed Tariq. A Comparative Study of the Marginal Fit of Endocrowns Fabricated From Three Different Computer-Aided Design/Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM) Ceramic Materials: An In Vitro Study. *Cureus [Internet]*. 2023;15(6). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10246431/>
17. Meshreky Michael, Halim Carl, Katamish Hesham. Vertical Marginal Gap Distance of CAD/CAM Milled BioHPP PEEK Coping Veneered by HIPC Compared to Zirconia Coping Veneered by CAD-On lithium disilicate “In-Vitro Study”. *Advanced Dental Journal*. abril de 2020;2(2):43–50. Disponible en: [https://adjc.journals.ekb.eg/article\\_72711.html](https://adjc.journals.ekb.eg/article_72711.html)
18. El-Farag, S.A.A., Elerian, F.A., Elsherbiny, A.A. Impact of diferent CAD/CAM materials on internal and marginal adaptations and fracture resistance of endocrown restorations with: 3D fnite element analysis. *BMC Oral Health [Internet]*. 2023;23(421). Disponible en: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-023-03114-8>

## COMO CITAR

Arboleda Jumbo SJ, Garcia Merino I, Delgado-Piedra D. Análisis del ajuste marginal e interno de endocoronas de cerámica híbrida y polieterecetona elaboradas en CAD/CAM: Un enfoque In Vitro. *RO [Internet]*. 15 de enero de 2024 [citado 18 de enero de 2024];26(1):14–20. Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/odontologia/article/view/5955>