

# Comparative Study of the Cad-Cam Technique vs. The Conventional Technique in the elaboration of Fixed Zirconia Prostheses

## Estudio Comparativo de la Técnica Cad-Cam vs la Técnica Convencional en la elaboración de Prótesis Fijas de Zirconio

Jenny Victoria Manosalvas Tapia<sup>1</sup>  , Víctor Hugo Parreño Gallo<sup>1</sup>  , Noemi Estefani Morales Morales<sup>1</sup>  , Tatiana Lucrecia Pancho Chavarrea<sup>1</sup>  

<sup>1</sup>Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Sede Ambato, Ecuador.

Received: 10-12-2023

Revised: 11-03-2024

Accepted: 15-06-2024

Published: 16-06-2024

How to Cite: Manosalvas Tapia JV, Parreño Gallo VH, Morales Morales NE, Pancho Chavarrea TL. Comparative Study of the Cad-Cam Technique vs. The Conventional Technique in the elaboration of Fixed Zirconia Prostheses. Interamerican Journal of Health Sciences. 2024; 4:121. <https://doi.org/10.59471/ijhsc2024121>

### ABSTRACT

**Introduction:** the fabrication of fixed zirconia prostheses has experienced significant advancements with the incorporation of CAD-CAM techniques, but conventional techniques that require lower investment in specialized technology and equipment are also commonly employed.

**Objective:** this article aims to compare CAD-CAM techniques versus conventional techniques in the development of fixed zirconia prostheses. The properties of zirconia in its use for dental restorations are identified, the technique that provides better marginal fit precision and quality in fixed zirconia prostheses is determined, and patient satisfaction regarding the aesthetics and comfort of prostheses fabricated using both techniques is assessed.

**Method:** a literature review was conducted by reviewing articles published in indexed academic journals within the last 5 years. Specific inclusion and exclusion criteria were applied based on PRISMA statement guidelines, in the identification, screening, eligibility, and inclusion phases. A total of 13 articles that met the quality parameters were ultimately selected.

**Results:** the properties of zirconia oxide can be summarized as good mechanical strength, biocompatibility, aesthetics, wear and corrosion resistance, and dimensional stability. Researchers have concluded that CAD-CAM dental systems have represented a significant advancement in dentistry by providing high-quality fixed dental restorations, as this technology enables the fabrication of structures with a high level of precision. Both CAD-CAM and conventional methods can achieve a satisfactory aesthetic finish in fixed zirconia prostheses, depending on the skill and experience of the practitioner. There is no compelling evidence that one technique alters the properties of zirconium more than others.

**Conclusions:** although both techniques have their advantages and limitations, it is evident that CAD-CAM technology has demonstrated benefits in various aspects. It allows for better adaptation and fit of zirconia dental prostheses, which can enhance patient comfort and reduce the need for subsequent adjustments.

### KEYWORDS

CAD-CAM Technique, Conventional Technique, Zirconium Fixed Prosthesis.

## RESUMEN

**Introducción:** la elaboración de prótesis fijas de zirconio ha experimentado avances significativos con la incorporación de técnicas CAD-CAM, pero también se suelen emplear técnicas convencionales que demandan menor inversión en tecnología y equipos especializados.

**Objetivo:** el artículo tiene por objeto realizar una comparación de las técnicas CAD-CAM versus la técnica convencional en el desarrollo de prótesis fijas de zirconio. Para lo cual se identifican las propiedades del zirconio en su uso en las restauraciones dentales, se determina la técnica que presenta una mejor precisión de ajuste marginal y calidad en las prótesis fijas de zirconio y la satisfacción del paciente con respecto a la estética y la comodidad de las prótesis fabricadas con las dos técnicas.

**Método:** se desarrolló una revisión bibliográfica a partir de la revisión de los artículos publicados en revistas académicas indexadas con una antigüedad no mayor a 5 años. Se aplicaron determinados criterios de inclusión y exclusión con base en las directrices de la declaración PRISMA, en las fases de identificación, cribado, idoneidad e inclusión, habiéndose seleccionado finalmente un total de 13 artículos que cumplieran con los parámetros de calidad.

**Resultados:** las propiedades del óxido de zirconio se pueden resumir en una buena resistencia mecánica, biocompatibilidad, estética, resistencia al desgaste y corrosión, y estabilidad dimensional. Los investigadores han llegado a la conclusión que los sistemas dentales CAD-CAM han representado un avance significativo en la odontología al proporcionar restauraciones dentales fijas de alta calidad, debido a que esta tecnología permite elaborar estructuras con un alto nivel de precisión. Tanto CAD-CAM como métodos convencionales pueden lograr un acabado estético satisfactorio en prótesis fijas de zirconio, dependiendo de la destreza y experiencia del profesional. No existe evidencia contundente de que una técnica altere más que otras las propiedades del zirconio.

**Conclusiones:** aunque ambas técnicas tienen sus ventajas y limitaciones, es evidente que la tecnología CAD-CAM ha demostrado ofrecer beneficios en varios aspectos, permite una mejor adaptación y ajuste de las prótesis dentales de zirconio, lo que puede mejorar la comodidad para los pacientes y reducir la necesidad de ajustes posteriores.

## PALABRAS CLAVE

Prótesis Fija de Zirconio, Técnica CAD-CAM, Técnica Convencional.

## INTRODUCCIÓN

El campo de la odontología ha experimentado avances significativos en la restauración de piezas dentales, especialmente en la fabricación de prótesis dentales fijas. Entre los materiales utilizados habitualmente en las prótesis fijas, el óxido de zirconio ha recibido una atención considerable debido a sus buenas propiedades mecánicas y biocompatibilidad. No obstante, las prótesis dentales fijas de zirconio fabricadas mediante técnicas convencionales pueden presentar algunos problemas inherentes.<sup>(1)</sup>

Uno de los desafíos más comunes es la adaptación imperfecta de la prótesis al diente preparado. Debido a la naturaleza manual de las técnicas convencionales, existe la posibilidad de discrepancias en el ajuste y la precisión, lo que puede resultar en espacios interdentes, microfiltraciones y problemas de sellado marginal. Además, las técnicas convencionales pueden requerir múltiples pasos y ajustes manuales, lo que prolonga el tiempo de tratamiento y puede aumentar el riesgo de errores humanos. El ajuste preciso de una prótesis parcial fija se considera obligatorio para que una restauración alcance una longevidad aceptable. El ajuste de cualquier restauración viene determinado por su ajuste marginal e interno, efectivamente un espacio marginal mínimo produce menos irritación gingival, disolución del cemento, caries recurrentes y decoloración marginal. Se ha demostrado que un ajuste interno ideal mejora el comportamiento mecánico de las coronas de cerámica sin metal en términos de fuerza, resistencia y retención.<sup>(2)</sup>

Con la aparición de la tecnología de Diseño Asistido por Ordenador y Fabricación Asistida por Ordenador (CAD-CAM por sus siglas en inglés), los odontólogos disponen ahora de un enfoque innovador para crear restauraciones dentales de gran precisión y estéticamente agradables.<sup>(3)</sup> El objetivo de este artículo es comparar a profundidad las técnicas CAD-CAM con el método convencional para fabricar prótesis dentales fijas de óxido de zirconio. Profundizando en el contexto histórico y examinando las ventajas y desventajas de cada técnica, nos esforzamos por ofrecer valiosos conocimientos para la selección del enfoque más apropiado para escenarios específicos.

Históricamente, las técnicas convencionales han sido la piedra angular de la fabricación de prótesis dentales. Estos métodos implican trabajo manual, incluyendo técnicas de encerado, colado y estratificación, que se han ido perfeccionando a lo largo de décadas de práctica. Aunque las técnicas convencionales han demostrado su eficacia a lo largo del tiempo, pueden estar asociadas a ciertas limitaciones, como inconsistencias en el ajuste, mayor tiempo en la consulta y posibles imprecisiones debidas a errores humanos.<sup>(4)</sup>

En cambio, la tecnología CAD-CAM ha surgido como una alternativa prometedora que agiliza el proceso de creación de prótesis dentales fijas de óxido de zirconio. El flujo de trabajo digital implica el escaneado de la cavidad oral, el diseño virtual de la prótesis y el fresado controlado por ordenador o la impresión en 3D para producir la restauración final. Las técnicas CAD-CAM ofrecen una mayor precisión, resultados predecibles, menos tiempo en la consulta y la posibilidad de una producción estandarizada.

Aunque las técnicas CAD-CAM presentan numerosas ventajas, es fundamental reconocer también los posibles inconvenientes. Factores como los costos de inversión iniciales, la curva de aprendizaje asociada a la tecnología y la necesidad de equipos y programas informáticos especializados pueden dificultar su adopción generalizada.<sup>(5)</sup> Además, se han planteado dudas sobre las propiedades estéticas y la durabilidad a largo plazo de las restauraciones CAD-CAM en comparación con sus homólogas fabricadas convencionalmente.

Dada la creciente prevalencia de la tecnología CAD-CAM en las consultas odontológicas y la necesidad de una toma de decisiones basada en la evidencia, este artículo pretende justificar la necesidad de un análisis comparativo exhaustivo. Mediante una evaluación crítica de la literatura disponible, pretendemos explorar y abordar las preocupaciones que rodean el uso de técnicas CAD-CAM en prótesis dentales fijas de óxido de zirconio. Este análisis ayudará a los odontólogos a tomar decisiones informadas a la hora de seleccionar la técnica de fabricación más adecuada, teniendo en cuenta factores como el ajuste de la restauración, la estética, la longevidad, la satisfacción del paciente y el éxito clínico general.

Este artículo se enfoca también en proporcionar un examen exhaustivo de las técnicas CAD-CAM frente al enfoque convencional en las prótesis dentales fijas de óxido de zirconio. Al comprender el contexto histórico, las ventajas y las limitaciones de cada técnica, pretendemos contribuir a la base de conocimientos y facilitar la toma de decisiones basada en la evidencia en odontología restauradora.

### Ojetivo general

- Realizar una comparación de las técnicas CAD-CAM versus la técnica convencional en la elaboración de prótesis fijas de zirconio.

### Objetivos específicos

- Comparar el ajuste marginal de PPF de Zirconio elaborado con CAD-CAM vs convencional.
- Determinar qué tipo de elaboración de PPF de Zirconio tiene un mejor acabado estético.
- Determinar si las propiedades del zirconio cambian al ser elaboradas mediante CAD-CAM vs fabricación convencional.

### MÉTODO

Se desarrolló una revisión bibliográfica a partir de la revisión de los artículos publicados en revistas académicas indexadas en las bases de datos PubMed, Scopus, Web of Science, Medline, Embase, entre otras. Se establecieron términos de búsqueda y operadores lógicos, destinados a la direccionar los artículos que de manera específica son inherentes a las técnicas CAD-CAM y convencional para el desarrollo de prótesis fijas de zirconio. Las diferentes combinaciones de términos utilizados fueron las siguientes: (CAD-CAM) OR (conventional techniques) AND (fixed zirconia prostheses).

Con la finalidad de hacer una depuración de los artículos en función del objetivo de la investigación, se aplicaron determinados criterios de inclusión y exclusión. Los criterios de inclusión fueron: artículos publicados en idioma inglés o español, con una antigüedad no mayor a cinco años, estudios con poblaciones humanas, inherentes al desarrollo de prótesis fijas de zirconio y las técnicas convencionales y/o CAD-CAM. Mientras tanto que los criterios de exclusión fueron: artículos duplicados, no publicados a texto completo, inherentes al desarrollo de prótesis fijas de materiales distintos al zirconio y aquellos trabajos que no cumplieron los criterios de calidad según la guía STROBE que establece 22 ítems.<sup>(6)</sup>

### Criterios de exclusión

Tipo de estudios: Revisiones bibliográficas, caso clínico individual, estudios in vitro y simulaciones digitales, cartas bibliográficas, artículos y tesis de titulación de repositorios universitarios. Artículos duplicados y artículos que no aprueben criterios de calidad STROBE.

Año de publicación: No se tendrá en cuenta artículos científicos que estén comprendidos antes del año 2016.

VARIABLES NO CONSIDERADAS: Inherentes al desarrollo de prótesis fijas de materiales distintos al zirconio.

### Criterios de Inclusión

Los criterios de inclusión que se consideraron fueron artículos científicos y análisis de casos individuales. Inicialmente, se analizaron 23 artículos científicos escogidos previamente por el título que portan, sin embargo, después se hizo un descarte por el año de publicación, quedando con un total de 12. Seguidamente, se escogieron los que contienen respuestas a la pregunta a los objetivos planteados para esta revisión bibliográfica. Las técnicas en estudio abarcan de prótesis fijas de zirconio y las técnicas convencionales y/o CAD-CAM, cada una con sus beneficios y contrario a ellos en la práctica odontológica.

Pregunta de Investigación: ¿Cuál de las dos técnicas CAD-CAM y la técnica convencional tienen mayor incidencia en cuanto a su uso en la elaboración de prótesis fijas de zirconio?

Una vez aplicados los criterios de búsqueda, de inclusión y exclusión los artículos fueron seleccionados de acuerdo al procedimiento que se esquematiza a continuación, el cual está basado en la declaración PRISMA.<sup>(7)</sup>

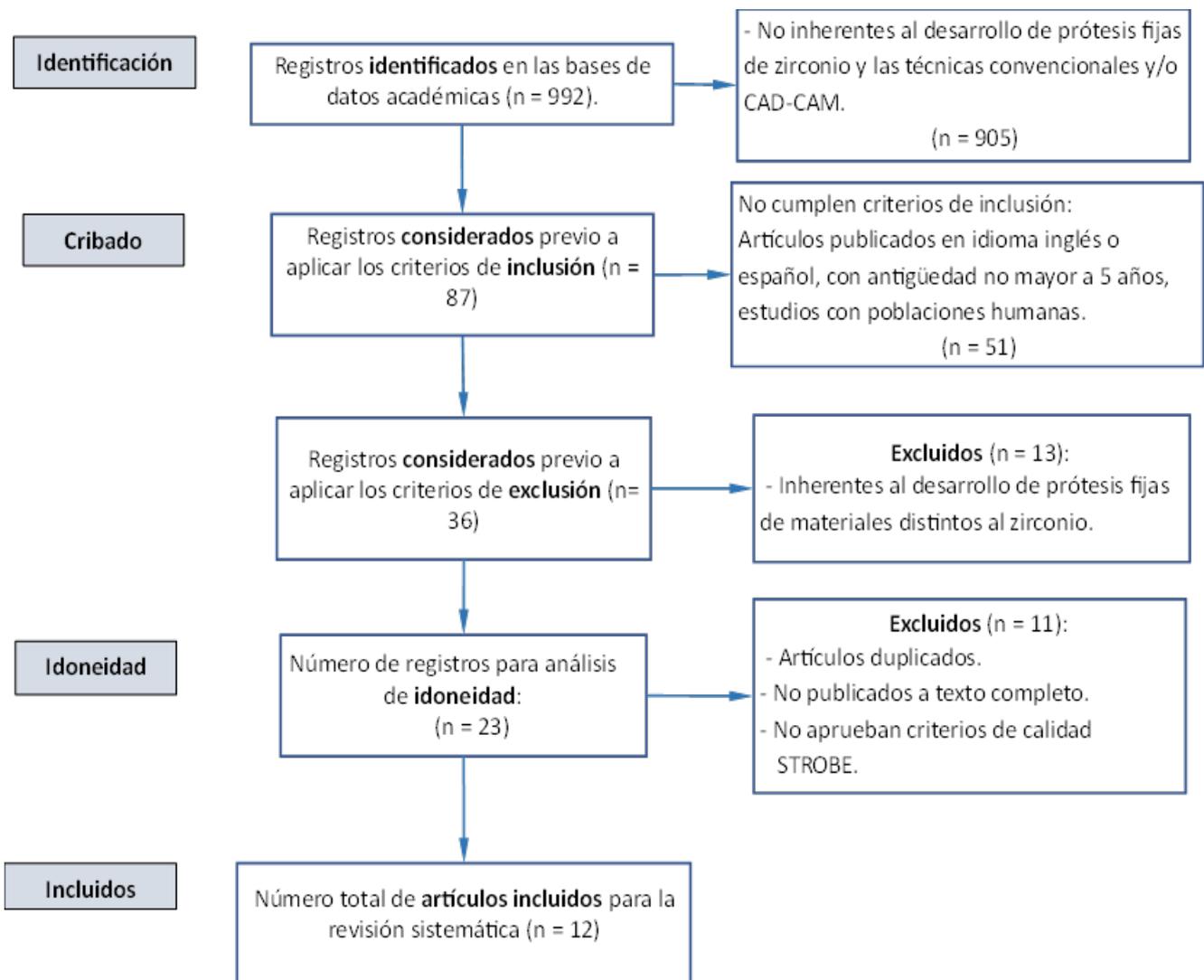


Figura 1. Diagrama de Flujo Prisma

### RESULTADOS

De 997 artículos encontrados en revistas indexadas a través de los criterios de inclusión y exclusión antes descritos se realizó una reducción a 12 artículos que cumplieran con los parámetros de búsqueda. En la siguiente tabla se presenta la síntesis de resultados de los estudios seleccionados:

**Tabla 1.** Estudios seleccionados en la revisión y sus principales resultados

Nombre de los Autores	Año	Ajuste marginal	Acabado estético	Alteración de las propiedades del Zirconio
Azpiazu-Flores, Lee, Jurado, Afrashtehfar, Alhotan, Tsujimoto. <sup>(8)</sup>	2023	-	-	El uso de óxido de zirconio proporciona translucidez a las restauraciones dentales. El zirconio en general presenta alta resistencia y biocompatibilidad. Mediante un diseño adecuado, el zirconio permite prótesis con una durabilidad estructural satisfactoria.
Stimmelmayer, Groesser, Beuer, Erdelt, Krennmair, Sachs, Edelhoff, Güth. <sup>(9)</sup>	2017	Se evaluó el ajuste marginal de prótesis fijas de 3 unidades elaboradas mediante CAD/CAM y colocadas directamente sobre los implantes originales (grupo 2), en comparación con prótesis elaboradas de forma convencional sobre modelos de yeso (grupo 1). El análisis clínico mostró mejor ajuste marginal en el grupo 2. Además, en el grupo 1 se midieron discrepancias marginales de 160µm en el margen del pilar y 150µm en la pared axial, mientras que en el grupo 2 no pudieron hacerse mediciones por la estrechez del espacio. Esto sugiere que el proceso CAD/CAM permite un mejor ajuste marginal que la técnica convencional.		El artículo tampoco presenta información o Comparaciones sobre posibles diferencias en la alteración de propiedades del zirconio entre las técnicas. No se reportaron fracturas de porcelana durante la prueba de envejecimiento artificial en ninguno de los grupos, sugiriendo un comportamiento similar del material.
Seok-Joon Ha, Jin-Hyun Cho. <sup>(10)</sup>	2016	Existieron diferencias significativas en los espacios internos de las coronas y las cofias entre los dos sistemas CAD-CAM (Ceramil y Zirkozahn). La carilla de porcelana prensada no influyó significativamente en la separación interna, pero sí en el ajuste marginal en alguna posición. Y, las discrepancias marginales producidas por los dos sistemas CAD-CAM estaban dentro de los Rangos clínicamente aceptables reportados.	-	-
Valeria Naranjo Alverca. <sup>(4)</sup>	2022	Los valores obtenidos en las coronas de zirconio hechas en CAD-CAM entran en el rango de valores clínicamente aceptables (64-83 µm < 90 µm)". "No se obtuvo una diferencia significativa con respecto al método de fabricación de las coronas ya sea por el método convencional o por el método digital CAD-CAM. Es decir que, no se ha encontrado superioridad de adaptación marginal en el sistema CAD-CAM, pero tampoco en los métodos convencionales.	-	El proceso de fresado en CAD-CAM podría introducir defectos en la superficie del zirconio que faciliten la propagación de grietas y el envejecimiento. No obstante, no se encuentran diferencias en las propiedades como resistencia a la fractura y tenacidad entre las prótesis fijas de zirconio elaboradas CAD-CAM y las realizadas con técnicas convencionales.

Nombre de los Autores	Año	Ajuste marginal	Acabado estético	Alteración de las propiedades del Zirconio
Ueda, Watanabe, Katsuta, Seto, Ueno, Hiroyasu, Suzuki, Erdelt, Güth <sup>(2)</sup>	2021	Las estructuras de prótesis dentales fijas de óxido de zirconio generadas mediante CAD-CAM mostraron un ajuste marginal clínicamente aceptable.	-	-
Caroline Mello, Cleidiel Araujo, Jéssica de Luna, Fellippo Ramos, Eduardo Piza. <sup>(5)</sup>	2019	Los sistemas CAD-CAM mostraron un mejor ajuste marginal en comparación con la técnica convencional de colado a la cera perdida para fabricar estructuras unitarias. Sin embargo, no se observaron diferencias para el tipo de implante fijo soportado o en cuanto a los diferentes sistemas de retención.	-	En la técnica CAD-CAM, el diseño y la fabricación se basa en datos digitales, lo que reduce la necesidad de manipulación manual y minimiza el contacto físico con el material de zirconio. Esto ayuda a mantener la integridad del material y reduce el riesgo de contaminación y daño durante el proceso de elaboración.
Tasaka, Shimizu, Hirabayashi, Yamashita <sup>(11)</sup>	2021	El CAD-CAM es capaz de producir estructuras de implantes con una precisión de ajuste que supera a las estructuras de una sola pieza coladas y soldadas con láser. Las estructuras de titanio y óxido de zirconio pueden fabricarse con un alto nivel de precisión con la ayuda del CAD-CAM.	El éxito estético de las prótesis fijas de zirconio está influenciado principalmente por la experiencia y habilidad del odontólogo y el técnico dental involucrado en el proceso de diseño y fabricación. Por tanto, la técnica de Elaboración CAD-CAM y las convencionales permiten obtener buen resultado en la estética dental de las prótesis.	-
Uluc, Guncu, Aktas, Turkyilmaz <sup>(12)</sup>	2021	El ajuste marginal que logran a través e la tecnología CAD CAM, las posiciona en ventaja frente a las prótesis fijas metal cerámicas convencionales.	-	No hay evidencia contundente de que las propiedades mecánicas y de resistencia del zirconio como material se alteren de manera diferente entre prótesis CAD-CAM y convencionales. Se necesitan más estudios al respecto.
Altemimi, Rodríguez, Nahon <sup>(13)</sup>	2021	-	-	“Debido al rápido desarrollo tanto de los materiales como de las tecnologías de procesamiento, la aplicación de las prótesis dentales fijas basadas en óxido de zirconio es prometedora. Mediante el empleo de los actuales sistemas CAD-CAM es posible conseguir un ajuste clínicamente aceptable en las estructuras policristalinas de óxido de zirconio tetragonal”.

Nombre de los Autores	Año	Ajuste marginal	Acabado estético	Alteración de las propiedades del Zirconio
Faeghinejad, Proussaefs, AlHelal, Lozada <sup>(14)</sup>	2019	El diseño asistido por ordenador y la fabricación asistida por ordenador (CAD-CAM) mostraron un ajuste marginal e interno más preciso en comparación con el fresado asistido por ordenador en la fabricación de estructuras de óxido de zirconio.	-	El óxido de zirconio y la forma de retención tuvieron un efecto significativo en la disminución de la deformación de la estructura, lo que indica que las prótesis parciales fijadas con resina que utilizan una estructura de óxido de zirconio de 0,5 mm de grosor son eficaces para sustituir un único diente anterior ausente. Pero en este estudio no se comparó la efectividad de las elaboradas con CAD-CAM versus las realizadas con técnicas convencionales.
Rauch, Hahnel, Günther, Bidmon, Schierz <sup>(15)</sup>	2020	Las prótesis fijas de circonio elaboradas con la técnica CAD-CAM tienden a tener mejor ajuste marginal que las convencionales, debido a que el diseño y fabricación digitales permiten mayor precisión y exactitud.	Tanto la técnica CAD-CAM como los métodos convencionales permiten lograr resultados estéticos satisfactorios en prótesis fijas de zirconio, dependiendo de la habilidad y técnica del profesional. El uso de la técnica CAD-CAM facilita el proceso, pero requiere una curva de aprendizaje más prolongada.	-
Ulf Schepke, Henny Meijer, Wouter Kerdijk, Gerry Raghoobar, Marco Cune. <sup>(16)</sup>	2017	No se pudieron demostrar diferencias estadísticamente significativas entre los pilares de zirconia de stock fabricados mediante un proceso de mecanizado de precisión y los pilares de zirconia personalizados CAD-CAM.	El uso de un pilar de óxido de zirconio personalizado CAD-CAM en la sustitución unitaria de un premolar no se asocia con una mejora del rendimiento clínico o de la satisfacción estética de los pacientes en comparación con el uso de un pilar de óxido de zirconio estándar.	-

**Tabla 2.** Tabla comparativa de la técnica CAD-CAM vs la técnica convencional en la elaboración de prótesis fijas de zirconio

Fabricación con técnica CAD/CAM	Elaboración con técnica convencional
La tecnología de Diseño Asistido por Ordenador y Fabricación Asistida por Ordenador	Buenas propiedades mecánicas y biocompatibilidad
Reducen el tiempo de trabajo al eliminar algunos de los pasos de técnica de laboratorio evitando la contracción de la cera, del control de expansión y contracción del material colado	El tiempo de trabajo es variado ya que implica todos los pasos incluyendo el Encerado, el revestimiento y el colado, pueden afectar al ajuste de la restauración.
Confección de restauraciones precisas con valores de ajuste marginal dentro de los límites clínicamente aceptables (< 120 µm) superior a la técnica convencional	Presentar algunos problemas inherentes Al ajuste y la precisión: espacios interdentes, microfiltraciones y problemas de sellado marginal.
<b>Desventajas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El requerimiento de un equipamiento específico de cada sistema y costoso.</li> <li>• La necesidad de entrenamiento en el empleo de cada sistema.</li> </ul>	<b>Desventajas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requerir múltiples pasos</li> <li>• Ajustes manuales</li> <li>• Prolonga el tiempo de tratamiento</li> <li>• Aumentar el riesgo de errores humanos</li> <li>• Mayor tiempo de consulta</li> </ul>
Las restauraciones confeccionadas con la técnica CAD/CAM tienen menor longevidad, influenciado por el tipo de material y los diferentes procesos utilizados	El ajuste preciso de una prótesis parcial fija se considera obligatorio para que una restauración alcance una longevidad aceptable
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta el riesgo de pérdida de retención.</li> <li>• Poca o nula diferencia en el riesgo de desarrollar caries secundaria</li> <li>• Poca o nula diferencia en el cambio de color superficial.</li> <li>• Las propiedades estéticas y la durabilidad a largo plazo de las restauraciones están en estudio que en su totalidad muestran adhesión al esmalte hacen que la unión de estos materiales al diente sea mucho más segura y duradera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia mecánica y forma de retención</li> <li>• Pueden sufrir en el futuro caries, o filtraciones.</li> <li>• Certeza de las propiedades estéticas discreta y la durabilidad breve ya que con el tiempo acababan viéndose los cuellos de las coronas mostrando un reborde metálico</li> </ul>
El flujo de trabajo digital implica el escaneado de la cavidad oral, el diseño virtual de la prótesis y el fresado controlado por ordenador.	La técnica convencional presenta tratamientos en los que al tallar los dientes vecinos a las piezas que faltan, implica reducir el tamaño de dientes o muelas que están sanas, con el riesgo de que puedan sufrir en el futuro caries, o filtraciones.

## DISCUSIÓN

La zirconia, también conocida como óxido de zirconio ( $ZrO_2$ ), es un material cerámico altamente utilizado en la fabricación de prótesis fijas y restauraciones dentales debido a sus propiedades únicas. Este material se ha ido consolidando en la cerámica dental con importantes avances en la última década. Según la literatura revisada, su posicionamiento se debe a que el óxido de zirconio tiene la capacidad de cumplir con los criterios clave de satisfacción de los pacientes en las restauraciones dentales, concretamente en cuanto a la funcionalidad, comodidad, aspectos sociales y apariencia,<sup>(17)</sup> a ello se suma su durabilidad, capacidad de suministrar translucidez a las restauraciones dentales<sup>(18)</sup> y baja deformación de la estructura.<sup>(19)</sup> Adicionalmente, las restauraciones recubiertas de óxido de zirconio son más agradables estéticamente que las restauraciones monolíticas.<sup>(20)</sup> Es decir que, las propiedades del óxido de zirconio se pueden resumir en una buena resistencia mecánica, biocompatibilidad, estética, resistencia al desgaste y corrosión, y estabilidad dimensional.

No obstante, el uso del óxido de zirconio también supone algunas desventajas propias de las limitaciones que posee el material, entre las que se destaca el astillamiento de la capa de cerámica de recubrimiento y las fracturas en el núcleo, los cuales están estrechamente vinculados a la arquitectura de la estructura. De igual manera influyen determinados factores como la resistencia a la flexión de la cerámica de recubrimiento, la falta de coincidencia en los coeficientes de expansión térmica entre la cerámica de recubrimiento y el núcleo de óxido de zirconio, y la presencia de huecos o defectos. La exposición de la estructura de óxido de zirconio, resultante del ajuste de la superficie oclusal tras daños o defectos, podría inducir o contribuir a la aparición de la fractura.<sup>(21)</sup>

En cuanto a la comparación entre la técnica que presenta una mejor precisión de ajuste marginal y calidad en las prótesis fijas de zirconio, las estructuras CAD-CAM han mostrado un mejor resultado.<sup>(1,22,23)</sup> Se admite que el CAD-CAM es capaz de producir estructuras de implantes con una precisión de ajuste que supera a las estructuras de una sola pieza coladas y soldadas con láser.<sup>(3)</sup> Sin embargo, también existen investigadores que han declarado que no existen diferencias significativas para el tipo de implante fijo soportado o en los sistemas de retención entre

la técnica CAD-CAM y la técnica convencional de colado a la cera.<sup>(5)</sup> En la misma línea, se indica que no se han encontrado diferencias entre los pilares de zirconia de stock fabricados mediante un proceso de mecanizado de precisión y los pilares de zirconia personalizados CAD-CAM en la que corresponde a una sustitución unitaria de un premolar.<sup>(16)</sup>

Con respecto a la estética dental, los estudios señalan que, con una buena técnica y experiencia del responsable de elaborar las prótesis fijas de zirconio, los métodos convencionales pueden lograr resultados estéticos equivalentes a CAD-CAM.<sup>(11,15)</sup> La mayoría de estudios coinciden en que, si ambas técnicas (CAM-CAM o convencional) se realizan correctamente, se obtienen prótesis con propiedades mecánicas similares.<sup>(12)</sup> No hay evidencia contundente de que una técnica altere más que otras las propiedades del zirconio. En general los investigadores han llegado a la conclusión que los sistemas dentales CAD-CAM han representado un avance significativo en la odontología al proporcionar restauraciones dentales fijas de alta calidad,<sup>(18)</sup> debido a que esta tecnología permite elaborar estructuras con un alto nivel de precisión.<sup>(3)</sup>

En cuanto a la percepción y satisfacción de los pacientes en torno al uso de prótesis dentales fijas de zirconio construidas mediante la técnica CAD-CAM versus la técnica convencional suele variar según las experiencias individuales y las expectativas de cada paciente. Sin embargo, hay algunas consideraciones generales, tales como: el ajuste y comodidad, las restauraciones fabricadas con técnicas CAD-CAM tienen la ventaja de un ajuste más preciso debido a la capacidad de diseño digital y mecanizado, lo que puede generar una percepción positiva por parte de los pacientes. La estética es un aspecto clave para los pacientes en términos de satisfacción con las prótesis dentales fijas, las restauraciones de zirconio fabricadas con la técnica CAD-CAM suelen ofrecer una apariencia estética atractiva, ya que se pueden diseñar digitalmente para imitar la forma y el color de los dientes naturales.<sup>(14)</sup> Aunque la estética final también depende de la habilidad del profesional dental en la selección y caracterización del material cerámico utilizado en el recubrimiento de la prótesis de zirconio. Los pacientes suelen valorar la durabilidad y resistencia de sus prótesis dentales, las restauraciones de zirconio fabricadas con la técnica CAD-CAM son conocidas por su alta resistencia y durabilidad, lo que puede transmitir confianza a los pacientes en términos de la longevidad de la prótesis.<sup>(24)</sup> La técnica CAD-CAM a menudo implica una toma de impresión digital más cómoda y rápida en comparación con las impresiones convencionales con materiales de impresión en la boca. Además, el proceso de fabricación asistido por ordenador puede requerir menos citas y tiempos de espera, lo que podría resultar en una experiencia más conveniente para los pacientes.

Como una limitación del presente trabajo se destaca que no se hallaron investigaciones destinadas a valorar los costos de elaboración de prótesis fijas de zirconio mediante el uso de las técnicas CAD-CAM en comparación con las técnicas convencionales. Esto impide analizar los procesos de producción, los tiempos de espera y los resultados económicos.

A la vista de lo expuesto anteriormente, se pueden considerar algunas líneas de investigación futuras que podrían profundizar en el estudio de la efectividad del uso de técnicas CAD-CAM en comparación con las técnicas convencionales en la elaboración de prótesis fijas de zirconio. En primer lugar, se pueden desarrollar estudios orientados en la evaluación clínica a largo plazo, para comparar la durabilidad y el rendimiento a largo plazo de las prótesis fijas de zirconio fabricadas mediante técnicas CAD-CAM y técnicas convencionales. Esto ayudaría a determinar si hay diferencias significativas en términos de la tasa de supervivencia, el desgaste, la estabilidad del color, alteración de las propiedades del zirconio y la calidad de los tejidos periodontales circundantes.

También se podrían desarrollar estudios destinados a valorar los recursos y el costo de los procesos de fabricación de las prótesis dentales fijas a partir de las técnicas CAD-CAM y convencionales. Finalmente, se sugiere el desarrollo de estudios destinados a evaluar la estética de las prótesis fijas de zirconio fabricadas con técnicas CAD-CAM y técnicas convencionales; esto podría involucrar la evaluación subjetiva del paciente y el uso de herramientas de medición estandarizadas.

## CONCLUSIÓN

La comparación entre las técnicas CAD-CAM y convencional en la elaboración de prótesis fijas de zirconio revela algunas consideraciones importantes. Aunque ambas técnicas tienen sus ventajas y limitaciones, es evidente que la tecnología CAD-CAM ha demostrado ofrecer beneficios en varios aspectos, permite una mejor adaptación y ajuste de las prótesis dentales de zirconio, lo que puede mejorar la comodidad para los pacientes y reducir la necesidad de ajustes posteriores.

Tanto CAD-CAM como métodos convencionales pueden lograr un acabado estético satisfactorio en prótesis fijas de zirconio, dependiendo de la destreza y experiencia del profesional. No hay evidencia contundente de que una técnica altere más que otras las propiedades del zirconio.

En general los sistemas de fabricación CAD-CAM proporcionan restauraciones dentales fijas de alta calidad y su empleo en la elaboración de prótesis fijas con óxido de zirconio proporcionan elementos de muy buena apariencia estética. Sin embargo, la elección de la técnica debe basarse en una evaluación individualizada de las necesidades

del paciente, la experiencia del profesional dental y la calidad del trabajo realizado. El desarrollo de la tecnología hasta hoy en día ha permitido utilizar un proceso combinado basado en una impresión física, que se digitaliza para obtener mejores resultados en la fabricación de prótesis mostrando favorables resultados en sus aplicaciones clínicas y viendo a futuro resultados alentadores.

## REFERENCIAS

1. Almeida E Silva JS, Erdelt K, Edelhoff D, Araújo É, Stimmelmayer M, Cardoso LC, et al. Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clin Oral Investig*. 2014;18(2):515-23.
2. Ueda K, Watanabe F, Katsuta Y, Seto M, Ueno D, Hiroyasu K, et al. Marginal and internal fit of three-unit fixed dental prostheses fabricated from translucent multicolored zirconia: Framework versus complete contour design. *J Prosthet Dent*. 2021;125(2):340.e1-340.e6.
3. Abduo J. Fit of CAD/CAM Implant Frameworks: A Comprehensive Review. *J Oral Implantol*. 2014;40(6):758-66.
4. Naranjo V. Estudio comparativo de la precisión de ajuste marginal de coronas de disilicato de litio y zirconio hechas en CAD/CAM y cerámico por método convencional [Internet] [Tesis de Pregrado]. [Quito, Ecuador]: Universidad Central del Ecuador; 2022. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/28366/1/UCE-FOD-NARANJO%20VALERIA.pdf>
5. Mello C, Lemos C, Gomes J, Verri F, Pellizzer E. CAD/CAM vs Conventional Technique for Fabrication of Implant-Supported Frameworks: A Systematic Review and Meta-analysis of In Vitro Studies. *Int J Prosthodont*. 2019;32(2):182-92.
6. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: Guidelines for reporting observational studies. *Int J Surg*. 2014;12(12):1495-9.
7. Yépes J, Urrútia G, Romero M, Alonso S. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol*. 2021;74(9):790-9.
8. Azpiazu-Flores FX, Lee DJ, Jurado CA, Afrashtehfar KI, Alhotan A, Tsujimoto A. Full-Mouth Rehabilitation of a Patient with Sjogren's Syndrome with Maxillary Titanium-Zirconia and Mandibular Monolithic Zirconia Implant Prostheses Fabricated with CAD/CAM Technology: A Clinical Report. *J Funct Biomater*. 2023;14(4):174.
9. Stimmelmayer M, Groesser J, Beuer F, Erdelt K, Krennmair G, Sachs C, et al. Accuracy and mechanical performance of passivated and conventional fabricated 3-unit fixed dental prosthesis on multi-unit abutments. *J Prosthodont Res*. 2017;61(4):403-11.
10. Ha SJ, Cho JH. Comparison of the fit accuracy of zirconia-based prostheses generated by two CAD/CAM systems. *J Adv Prosthodont*. 2016;8(6):439.
11. Tasaka A, Shimizu T, Hirabayashi T, Yamashita S. Fabrication of Zirconia Abutment Crown and Clasp Under Existing Removable Partial Denture Using CAD/CAM Technology. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2021;13:421-7.
12. Uluc IG, Guncu MB, Aktas G, Turkyilmaz I. Comparison of marginal and internal fit of 5-unit zirconia fixed dental prostheses fabricated with CAD/CAM technology using direct and indirect digital scans. *J Dent Sci*. 2022;17(1):63-9.
13. Altemimi A, Rodríguez J, Nahon M. A Combined Digital Technique for Manufacturing Functional Fixed Implant Prosthesis Prototypes Using a CAD/CAM Software. *J Prosthodont*. 2021;31:85-90.
14. Faeghinejad M, Proussaefs P, AlHelal A, Lozada J. The CAD/CAM Compound Prosthesis: Digital Workflow for Fabricating Cement-Retained Zirconia Prosthesis Over Screw-Retained Milled Titanium Bars. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2019;39(1):39-47.

15. Rauch A, Hahnel S, Günther E, Bidmon W, Schierz O. Tooth-Colored CAD/CAM Materials for Application in 3-Unit Fixed Dental Prostheses in the Molar Area: An Illustrated Clinical Comparison. *Materials*. 2020;13(24):5588.
16. Schepke U, Meijer HJA, Kerdijk W, Raghoobar GM, Cune M. Stock Versus CAD/CAM Customized Zirconia Implant Abutments - Clinical and Patient-Based Outcomes in a Randomized Controlled Clinical Trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2017;19(1):74-84.
17. Grech J, Antunes E. Zirconia in dental prosthetics: a literature review. *J Mater Res Technol*. 2019;8(5):4956-64.
18. Li N, Wu ZK, Jian C, Zhao WQ, Yan JZ. CAD/CAM Zirconia for Dental Application. *Appl Mech Mater*. 2013;320:505-11.
19. Nemoto R, Nozaki K, Fukui Y, Yamashita K, Miura H. Effect of framework design on the surface strain of zirconia fixed partial dentures. *Dent Mater J*. 2013;32(2):289-95.
20. De Angelis P, Gasparini G, Rella E, Angelis S, Grippaudo C, D'Addona A, et al. Patient Satisfaction with Implant-Supported Monolithic and Partially Veneered Zirconia Restorations. *BioMed Res Int*. 2021;2021:1-8.
21. Zarone F, Di Mauro MI, Spagnuolo G, Gherlone E, Sorrentino R. Fourteen-year evaluation of posterior zirconia-based three-unit fixed dental prostheses: A Prospective clinical study of all ceramic prosthesis. *J Dent*. 2020;101:1-23.
22. De França DGB, Morais MHST, Das Neves FD, Barbosa GAS. Influence of CAD/CAM on the fit accuracy of implant-supported zirconia and cobalt-chromium fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent*. 2015;113(1):22-8.
23. Svanborg P. A systematic review on the accuracy of zirconia crowns and fixed dental prostheses. *Biomater Investig Dent*. 2020;7(1):9-15.
24. Rabel K, Nold J, Pehlke D, Shen J, Abram A, Kocjan A, et al. Zirconia fixed dental prostheses fabricated by 3D gel deposition show higher fracture strength than conventionally milled counterparts. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2022;135:105456.

## FINANCIACIÓN

No se recibió financiación para el desarrollo del presente artículo.

## CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORA

*Conceptualización:* Jenny Victoria Manosalvas Tapia, Víctor Hugo Parreño Gallo, Noemi Estefani Morales Morales, Tatiana Lucrecia Pancho Chavarrea.

*Supervisión:* Jenny Victoria Manosalvas Tapia, Víctor Hugo Parreño Gallo, Noemi Estefani Morales Morales, Tatiana Lucrecia Pancho Chavarrea.

*Metodología:* Jenny Victoria Manosalvas Tapia, Víctor Hugo Parreño Gallo, Noemi Estefani Morales Morales, Tatiana Lucrecia Pancho Chavarrea.

*Análisis formal:* Jenny Victoria Manosalvas Tapia, Víctor Hugo Parreño Gallo, Noemi Estefani Morales Morales, Tatiana Lucrecia Pancho Chavarrea.

*Recursos:* Jenny Victoria Manosalvas Tapia, Víctor Hugo Parreño Gallo, Noemi Estefani Morales Morales, Tatiana Lucrecia Pancho Chavarrea.

*Curación de datos:* Jenny Victoria Manosalvas Tapia, Víctor Hugo Parreño Gallo, Noemi Estefani Morales Morales, Tatiana Lucrecia Pancho Chavarrea.

*Redacción - borrador original:* Jenny Victoria Manosalvas Tapia, Víctor Hugo Parreño Gallo, Noemi Estefani Morales Morales, Tatiana Lucrecia Pancho Chavarrea.

*Redacción - revisión y edición:* Jenny Victoria Manosalvas Tapia, Víctor Hugo Parreño Gallo, Noemi Estefani Morales Morales, Tatiana Lucrecia Pancho Chavarrea.