

# UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Odontología



## INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**Título:**

**MATERIALES ZIRCONIOSOS RELACIONADOS CON  
LA PRECISIÓN MARGINAL USANDO EL SISTEMA  
CAD/CAM EN LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS  
ANDES – HUANCAYO 2017.**

**Para optar el Título profesional de Cirujano Dentista**

**Autores:** - García Arteaga Franz Alexander  
- Olivera Mandujano Tania Yanilet

**Asesor:** C.D. James Anticona Gonzales

**Área de Investigación:** Odontología en Biomateriales

**Línea de Investigación:** Biomateriales y equipos en Estomatología

**Fecha de inicio de la Investigación:** Mayo de 2017

**Fecha de culminación de la Investigación:** Agosto de 2018

**HUANCAYO – PERÚ  
2018**

**ASESOR:**

**C.D. JAMES ANTICONA GONZALES**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo se lo dedicamos a nuestros padres: quienes fueron, son y serán siempre las personas más importantes en nuestras vidas. Quienes siempre buscaron lo mejor para nosotros aún incluso antes de nacer. Aquellos que se esforzaron más allá de lo que sus propias fuerzas se los permitieron para darnos la mejor educación posible tanto espiritual, moral y académica. A nuestros queridos padres que nos enseñaron con su ejemplo y nos demostraron que todo se puede conseguir con esfuerzo y duro trabajo, por enseñarnos que en la vida no hay atajos, pero que podemos llegar muy lejos a un paso firme. A los que nos dejaron la mejor herencia; su ejemplo, valores y un medio para solventarnos en la vida basado en el conocimiento que hemos adquirido en estos años y que estamos a punto de ejercerlo: nuestra carrera profesional.*

## **AGRADECIMIENTOS:**

*Agradecemos a Dios por darnos la oportunidad de seguir avanzando con nuestras metas y protegernos de cualquier adversidad.*

*A la Universidad Peruana los Andes, por habernos dado la oportunidad de desarrollar una carrera profesional, en especial a sus docentes que nos dejaron sus enseñanzas no solo en el ámbito académico, sino también en el desarrollo personal.*

*Agradecemos también a nuestras familias por brindarnos su apoyo y estar siempre presentes dándonos las fuerzas necesarias para seguir adelante.*

## RESUMEN

La demanda de restauraciones de alta calidad estética está aumentando día a día, por ello se están desarrollando y perfeccionando las técnicas y materiales que cumplan con exigencias estéticas, de resistencia, biocompatibilidad y de adaptación marginal, es por eso que el objetivo de este estudio fue de comparar materiales zirconiosos relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017. Seleccionándose 20 piezas dentarias, que fueron talladas y replicadas en yeso en dos grupos SIRONA y US DENTAL DEPOT, los cuales se sometieron a un escáner extraoral del sistema CAD/CAM, para diseñar los modelos virtuales, permitiendo fresar el diseño digital y obteniendo así físicamente lo diseñado. Se adaptó las cofias a los dientes y se realizó líneas de terminación para identificarlos, para su evaluación se empleó un estereomicroscopio con magnificación de 70x, las muestras fueron fotografiadas, para ser analizadas a través del SOFTWARE AXIOVISION SE64. Dentro de los resultados se encontró que el material zirconioso de la marca comercial US DENTAL DEPOT tuvo un valor mínimo de 23.1 $\mu$ m y máximo de 60.8 $\mu$ m, con un promedio de 39.31 $\mu$ m, y SIRONA el mínimo valor encontrado fue de 18 $\mu$ m y máximo de 45.5 $\mu$ m, con un promedio de 31.41 $\mu$ m. Concluyendo que la marca comercial SIRONA presentó una mejor precisión marginal respecto US DENTAL DEPOT usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.

**Palabras claves:** Materiales Zirconiosos, Precisión marginal, Sistema CAD/CAM.

## ABSTRACT

The demand for restorations of high aesthetic quality is increasing day by day, so that both techniques and materials that meet aesthetic, resistance, biocompatibility and marginal adaptation requirements have been developed and perfected, therefore the objective was to compare zirconium related materials with marginal precision using the CAD / CAM system at the Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017. Selecting 20 dental pieces, which were carved and replicated in plaster in two groups SIRONA and US DENTAL DEPOT, which were submitted to the extraoral scanner of the system CAD / CAM, virtual models were designed, allowing to digital design milling; thus physically obtaining what was designed. The copings were adapted to the teeth and termination lines were made to identify them, a stereomicroscope with a magnification of 70x was used, they were photographed, to be analyzed through the SOFTWARE AXIOVISION SE64. Within the results it was found that the zirconium material of the US DENTAL DEPOT trademark had a minimum value of 23.1 $\mu$ m and maximum 60.8 $\mu$ m, with an average of 39.31 $\mu$ m, and SIRONA the minimum value found was 18 $\mu$ m and maximum of 45.5 $\mu$ m, with an average of 31.41 $\mu$ m, It is concluded that the trademark SIRONA presented a better marginal precision with respect to US DENTAL DEPOT using the CAD / CAM system at the Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.

**Keywords:** Zirconous materials, Marginal precision, CAD / CAM system.

## ÍNDICE

	Página
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b>	6
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	11
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.3.1. PROBLEMA GENERAL	14
1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.4. JUSTIFICACIÓN	14
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	14
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	15
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	16
1.5. OBJETIVOS	17
1.5.1. OBJETIVO GENERAL	17
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.6. MARCO TEÓRICO	18
1.6.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	18
1.6.2. BASES TEÓRICAS	39
1.6.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	64
1.7. HIPÓTESIS	66
1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	67

<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	<b>68</b>
2.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	68
2.2. TIPO DE INVETIGACIÓN	68
2.3. NIVEL DE INVETIGACIÓN	68
2.4. DISEÑO DE LA INVETIGACIÓN	68
2.5. POBLACIÓN Y MUESTRA	68
2.6. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	68
2.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	69
2.8. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	69
2.9. PROCEDIMIENTO DE LA INVETIGACIÓN	69
2.10. TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS	72
2.11. ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN	72
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>84</b>
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES</b>	<b>87</b>
<b>CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES</b>	<b>88</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>91</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución de promedios de precisión marginal en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.	73
Tabla 2. Distribución de promedios de precisión marginal (cara mesial) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.	75
Tabla 3. Distribución de promedios de precisión marginal (cara distal) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.	77
Tabla 4. Distribución de promedios de precisión marginal (cara vestibular) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.	79
Tabla 5. Distribución de promedios de precisión marginal (cara Palatina) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.	81

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Grafico 1. Distribución de promedios de precisión marginal en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.	74
Grafico2. Distribución de promedios de precisión marginal (cara mesial) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.	76
Grafico 3. Distribución de promedios de precisión marginal (cara distal) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.	78
Grafico 4. Distribución de promedios de precisión marginal (cara vestibular) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.	80
Grafico 5. Distribución de promedios de precisión marginal (cara Palatina) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.	82

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El mundo de la odontología está evolucionando técnica y científicamente en todas sus áreas; y evidentemente no es una excepción el campo de la Rehabilitación Oral. En esta área se han producido muchos cambios; entre estos: la creación de nuevos materiales y nuevas tecnologías, con el fin de conseguir mejoras en la funcionalidad, durabilidad y máxima estética, de acuerdo con los requerimientos sociales de nuestro tiempo. Además, la demanda de restauraciones estéticas se ha incrementado, poniendo de esta manera en la mira a las restauraciones totalmente cerámicas, de las cuales actualmente, existen numerosos sistemas y de procesamiento para su obtención con excelentes propiedades ópticas y de biocompatibilidad. En particular, los materiales completamente cerámicos con base en óxido de zirconio ( $ZrO_2$ ) muestran notables propiedades estéticas, combinadas con la alta biocompatibilidad y las excelentes propiedades mecánicas. Además, el desarrollo de estos materiales cerámicos ha permitido la incorporación de nuevas tecnologías en la confección de restauraciones cada vez más resistentes, precisas, y de simplificada fabricación y utilización. Como es el caso de la tecnología CAD/CAM, que permite hacer restauraciones de excelente calidad, con un diseño y elaboración asistidos por computador. La utilización de materiales cerámicos y de sistemas asistidos por computador buscan lograr precisión o adaptación marginal, el cual es un factor de gran importancia, puesto que fallas en dicha adaptación marginal producen el fracaso del tratamiento rehabilitador, además la desadaptación es potencialmente perjudicial tanto para el diente como para los tejidos de soporte, así como para el adecuado ajuste de la restauración y el éxito de su desempeño.

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través del tiempo, la exigencia social ha motivado al perfeccionamiento de técnicas científicas y de laboratorio para conseguir la realización de restauraciones protésicas más refinadas; lo cual ha permitido el desarrollo de diferentes materiales con mejores propiedades físicas y mecánicas, que cumplen con los requisitos para la durabilidad de una restauración protésica: estética funcional, resistencia, estabilidad de color y precisión en la adaptación marginal. <sup>(1,2,4)</sup>

Actualmente, existen numerosos sistemas cerámicos y de procesamiento para la obtención de restauraciones completamente cerámicas, con excelentes propiedades ópticas y de biocompatibilidad. En particular, los materiales completamente cerámicos con base en óxido de zirconio ( $ZrO_2$ ) muestran notables propiedades estéticas, combinadas con la alta biocompatibilidad y las excelentes propiedades mecánicas. El  $ZrO_2$  es un material policristalino libre de matriz vítrea, comúnmente estabilizado con óxido de ytrio (3 mol%), obteniendo de este modo un material conocido como zirconia tetragonal parcialmente estabilizada con ytrio (Y-TZP). En comparación con otras cerámicas, la Y-TZP presenta mejores propiedades mecánicas y una resistencia superior a la fractura. Además, el desarrollo de estos materiales cerámicos ha permitido la incorporación de nuevas tecnologías en la confección de restauraciones cada vez más resistentes, precisas, y de simplificada fabricación y utilización. Como es el caso de la tecnología CAD/CAM, que permite hacer restauraciones de excelente calidad, con un diseño y elaboración asistidos por computador. Los sistemas CAD/CAM funcionan mediante el escaneo de un objeto físico transformado en una imagen 3D a través de un software de diseño gráfico. Dicho diseño es enviado a un fresador robótico

para obtener un producto final. Cabe destacar que entre los sistemas más representativos se encuentra Cerec® (Sirona).<sup>(3,7)</sup>

La utilización de materiales cerámicos y de sistemas asistidos por computador buscan lograr precisión o adaptación marginal. La adaptación marginal se define como el ajuste o sellado marginal en prótesis fija o la exactitud con la que encaja una restauración de prótesis fija sobre la línea de terminación, previamente tallada en cervical de la corona dentaria. Éste es un factor de gran importancia, puesto que fallas en dicha adaptación marginal producen el fracaso del tratamiento rehabilitador, además la desadaptación es potencialmente perjudicial tanto para el diente como para los tejidos de soporte. Aparte del aspecto biológico, el adecuado ajuste de la restauración es importante para asegurar el desempeño confiable de la restauración ante las cargas funcionales.<sup>(5,6)</sup>

La demanda de los pacientes exige tratamientos estéticos, rápidos y duraderos, por ello, la tecnología asistida por computador (CAD/CAM Cerec Inlab Sirona®), es la única que satisface dichos requerimientos. Sin embargo, no sólo brinda servicios de precisión y rapidez, sino también que se caracteriza por la utilización de materiales con resistencia compresiva a la fractura, alta estética y mayor precisión marginal, como es el caso del zirconio. Existiendo en el mercado diversas marcas comerciales de estos materiales cerámicos. Por ello el presente estudio tuvo el propósito de comparar los materiales zirconiosos relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana Los andes - Huancayo 2017.

## **1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Éste estudio se realizó en el laboratorio de la Clínica Dental Imagen y en la Universidad Peruana los Andes de la ciudad de Huancayo en el año 2017.

## **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.3.1. PROBLEMA GENERAL:**

¿Los materiales zirconiosos están relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017?

### **1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Los materiales zirconiosos están relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017, según superficies proximales?
- ¿Los materiales zirconiosos están relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017, según caras libres?

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA:**

La tecnología CAD/CAM, aplicada a la odontología es un sistema que permitió realizar restauraciones dentales mediante el apoyo informático de diseño y un sistema de mecanizado o fresado automatizado que trabaja a través de un ordenador. Esta tecnología emplea diversos materiales cerámicos manufacturados industrialmente para ser utilizados por el

procedimiento de CAD/CAM, los cuales son muy fiables, ya que son producidos como bloques cerámicos, y no necesitan altas temperaturas, lo cual supone un bajo riesgo de producir imperfecciones. Además, es fundamental la realización de un buen tallado de los dientes en los que se utilizará esta tecnología, y este no difiere mucho de las preparaciones convencionales, teniendo en cuenta que todos los ángulos de la preparación deberán redondearse, evitando depresiones y cavidades profundas, para eliminar posibles puntos de estrés para la cerámica. De esta manera se podrá conseguir precisión marginal, es decir, la exactitud con la que encaja una restauración de prótesis fija sobre una línea de terminación, siendo éste uno de los criterios más importantes para el éxito a largo plazo. Por lo tanto; este trabajo de investigación fue de vital importancia, ya que proporcionó mayor información acerca de los materiales zirconiosos que fueron usados con el sistema CAD/CAM y su discrepancia marginal exacta; a su vez esta información puede ser usada para contrastarse con resultados de estudios similares.

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA:**

El mundo de la odontología se encuentra sometido a una continua evolución, técnica y científica, y el campo de la rehabilitación oral no es una excepción, ya que se ha sometido a muchos cambios, en pro de conseguir una mejora en la funcionalidad, durabilidad y máxima estética. Para ello se han desarrollado diferentes materiales cerámicos, de los cuales destacan las cerámicas zirconiosas; que se procesan a través de sistemas

asistidos por computador, con el objetivo de mejorar la calidad de los materiales y al mismo tiempo disminuir los costes de producción, simplificar el método y reducir el tiempo empleado. Por tal motivo, este trabajo de investigación fue de suma importancia para el rehabilitador, ya que la utilización de materiales zirconiosos relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM, permitió obtener restauraciones de alta precisión, calidad y tecnología, realizadas en menor tiempo y con menores costos de producción. Además, cabe señalar que ésta tecnología no sustituye en ningún caso la precisión y el talento del profesional, sino que sirvió como una ayuda a la hora de diseñar y fabricar las restauraciones, reduciendo al mínimo cualquier imperfección en la restauración dental.

#### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA:**

Durante muchos años la prostodoncia o rehabilitación oral ha buscado la restitución de la función perdida: masticación, fonación y deglución; dotando a la terapéutica de una estética acorde con el canon de belleza de la época. Actualmente, se ha desarrollado nuevas tecnologías y materiales biocerámicos manufacturados industrialmente para ser utilizados por el sistema CAD/CAM; el cual permite la elaboración de restauraciones dentales más precisas y duraderas. Dentro del protocolo de utilización de estos sistemas se encuentra el tallado de la pieza dentaria, el cual no difiere mucho de las preparaciones convencionales. Con respecto al margen, los sistemas indican dos tipos de margen: el hombro con ángulo interno redondeado o el chamfer profundo/aplanado (con bordes



redondeados). Es importante no realizar ángulos rectos para facilitar la digitalización de la preparación, independientemente del proceso que el sistema utilice. Todos los ángulos de la preparación deberán redondearse, evitando depresiones y cavidades profundas. Posteriormente se podrá realizar el protocolo de escaneado óptico, digitalización, diseño de la prótesis, el fresado de los materiales cerámicos y el producto final, el cual será cementado, para proceder a la evaluación de la adaptación marginal, es decir, de la exactitud con la que encaja una restauración de prótesis fija sobre una línea de terminación. El ajuste marginal es uno de los criterios más importantes para el éxito a largo plazo de las restauraciones de prótesis fija; por ello, en este estudio se aplicó nuevas técnicas y metodologías para su evaluación. Además, servirán para la aplicación e implementación de futuros protocolos para estudios similares

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL:**

Comparar materiales zirconiosos relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.

### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Evaluar materiales zirconiosos relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017, según superficies proximales.

- Conocer materiales zirconiosos relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017, según caras libres.

## **1.6. MARCO TEÓRICO:**

### **1.6.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO:**

**JIMENEZ M. ET AL. (2015).** En su artículo: “**Comparación de la precisión marginal de cofias de zirconia entre los sistemas CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®), CAD/CAM Zirkonzahn (Zirkonzahn®) y sistema pantográfico Zirkograph 025 ECO (Zirkonzahn®)**”, mencionan que: la zirconia puede ser utilizada tanto en los sistemas CAD/CAM como también en los sistemas pantográficos. Los sistemas CAD/CAM funcionan mediante el escaneo de un objeto físico transformado en una imagen 3D a través de un software de diseño gráfico. Dicho diseño es enviado a un fresador robótico para obtener un producto final. Y la fabricación de restauraciones mediante sistemas pantográficos consiste en la elaboración de una réplica que se utiliza como guía y se copia en el material deseado. Para la utilización de estos sistemas, la zirconia; principalmente se utiliza presinterizada, con un estado inicial poroso. La posterior sinterización produce una contracción de polimerización de 20-30% y puede asociarse con fallas en la precisión marginal resultante. La precisión marginal es un factor de gran importancia en la elaboración de prótesis fijas, puesto que fallas en la adaptación marginal producen el fracaso a largo plazo del tratamiento

rehabilitador. Por consiguiente, este estudio tiene el objetivo de comparar la precisión marginal en cofias de zirconia elaboradas empleando los sistemas CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®), CAD/ CAM Zirkozahn (Zirkozahn®) y el sistema pantográfico Zirko-graph 025 ECO (Zirkozahn®). Para ello, se realizó un estudio in vitro, comparativo, experimental y explicativo; donde se elaboró un modelo maestro de Cr-Co para corona de zirconia de un premolar superior. El tallado realizado presentó una reducción proximal, vestibular y lingual de 1 y 1.5 mm en oclusal, con un margen gingival de hombro redondeado. También se fabricaron 10 cofias para cada sistema siguiendo los parámetros establecidos por el fabricante. Posteriormente, se formaron cuatro grupos, representados por los sistemas CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®), CAD/ CAM Zirkozahn (Zirkozahn®), Zirko-graph 025 ECO (Zirkozahn®) y un grupo control de cofias metálicas. Y finalmente se diseñó y elaboró un dispositivo de fuerza constante de 50N, para controlar la fuerza de asentamiento de cada cofia en el muñón maestro. Éstas muestras fueron almacenadas en un ambiente seco; 24 horas después de tomada la impresión, se realizaron cortes longitudinales para su observación en el estereoscopio, a un aumento de 50x. El análisis estadístico se ejecutó con el software IBM SPSS y se comparó los datos obtenidos con el test “t”. Obteniendo como resultado que, la discrepancia marginal absoluta media y el espesor marginal fue  $92.14 \pm 38.59$  y  $78.62 \pm 31.33$   $\mu\text{m}$  para el sistema CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®),  $38.71 \pm 12.62$  y  $36.91 \pm 13.56$   $\mu\text{m}$  para el sistema CAD/CAM Zirkozahn (Zirkozahn®),  $77.92 \pm 38.01$  y  $69.42 \pm 33.23$   $\mu\text{m}$  para el sistema pantográfico Zirko-graph 025 ECO (Zirkozahn®)

y  $44.11 \pm 15.36$  y  $43.74 \pm 15.70$   $\mu\text{m}$  para el grupo control. Existieron diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas Cerec InLab (Sirona®) y Zirkograph 025 ECO (Zirkonzahn®) en comparación con el grupo control para la discrepancia marginal absoluta y el espesor marginal. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas CAD/CAM Zirkonzahn (Zirkonzahn®) y el grupo control. Al ser contrastada la información por otros autores señalaron que; las diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos CAD/CAM evaluados pudieron deberse a factores relacionados con la digitalización de cada sistema. También, según Reich y cols., mencionan que los errores de precisión marginal se deben a la formación de ángulos redondeados o picos formados debido al sistema óptico de escaneo. Y los estudios de Beuer y cols., determinaron también que los procesos de elaboración CAD/CAM (fresado y sinterización) afectan significativamente la discrepancia marginal y a su vez que, la influencia del operador y el técnico dental establecen la alta sensibilidad de la técnica CAD/CAM.

Por lo tanto, concluyeron que el sistema CAD/CAM Zirkonzahn (Zirkonzahn®) presentó menor discrepancia marginal absoluta y espesor marginal, seguido por el grupo control de copias metálicas, sin diferencias estadísticamente significativas entre estos grupos. El sistema menos preciso fue CAD/ CAM Cerec InLab (Sirona®), con diferencias estadísticamente significativas con todos los grupos analizados. <sup>1</sup>

**URDANETA M. ET AL. (2012)** En su artículo **“Incrustaciones de porcelana por el método CAD/CAM”**. Mencionan que el desarrollo de la porcelana está en pleno auge, y que está incorporando nuevas tecnologías en la confección de restauraciones cada vez más resistentes, precisas, y de simplificada fabricación y utilización. Actualmente, la confección de restauraciones se da a través de variados métodos de producción, y entre ellos se destaca el sistema CAD/CAM (diseño asistido por computador/fresado mecánico asistido por computador). Entre los más representativos se encuentra Cerec® (Sirona). Ahora bien, las investigaciones sobre incrustaciones de porcelana confeccionadas mediante el sistema Cerec®, han reportado una vida útil de aproximadamente un 90% posterior a un periodo de observación de 10 años. Por ello, el presente artículo tiene el propósito de evaluar las incrustaciones de porcelana feldespática diseñadas por el método CAD/CAM y aplicadas en molares jóvenes tratados endodónticamente para prevenir complicaciones a nivel del aparato estomatognático por la pérdida de estos dientes.

Este estudio describe la realización de quince incrustaciones de porcelana feldespática IPS Empress®/CAD (Ivoclar) en molares mandibulares del lado derecho o izquierdo tratados endodónticamente, en pacientes del género femenino y masculino en edades comprendidas entre 11 y 18 años de edad. Las incrustaciones de porcelana feldespática fueron confeccionadas por el Método CAD/CAM Cerec® in lab (Sirona) y evaluadas clínicamente a los 6 y 12 meses. Los criterios se basaron en el registro de la forma anatómica, la adaptación marginal de la restauración y la estabilidad del color. Asimismo,

se efectuó el control radiográfico digital empleando un radiovisógrafo. Y finalmente el análisis estadístico se realizó mediante estadística descriptiva. Obteniendo como resultado que, el total de las estructuras de cerámica feldespática IPS Empress®/CAD (Ivoclar) confeccionadas por el método CAD/CAM Cerec® in lab (Sirona) correspondieron a la categoría ALFA, es decir un 100% de las restauraciones presentaron en el lapso evaluado, adecuada forma anatómica, adaptación marginal y estabilidad en el color a nivel de los molares tratados endodónticamente.

Ante éstos resultados diversos autores contrastan la información mencionando que, el Método CAD/CAM (Cerec) ha demostrado ser altamente eficaz para confeccionar restauraciones cerámicas de excelente calidad clínica. Mormann y Krejci (1992), demostraron que las incrustaciones cerámicas adhesivas (Cerec) pueden alcanzar un periodo de 5 años con éxito clínico. Por otra parte, Carvalho C. y cols., (2008) concluyeron en su estudio que los valores de desadaptación marginal, mostrados por el sistema CEREC® in Lab (Sirona), fueron estadísticamente mayores que los valores obtenidos por el sistema IPS Empress del método de laboratorio. Finalmente se concluyó que, el sistema CAD/CAM Cerec® in lab (Sirona) hace posible la confección de incrustaciones de porcelana feldespática IPS Empress®, con vida útil durante el lapso evaluado.<sup>2</sup>

**CAPARROSO C. ET AL. (2011)** En su artículo titulado “**Adaptación marginal y ajuste interno en estructuras de Zirconia - Ytria elaboradas con los sistemas CAD/CAM Procera® y Cerec In-Lab®**”. Señalan que,

debido al incremento en los requerimientos estéticos, se han desarrollado restauraciones libres de metal con excelentes propiedades ópticas y de biocompatibilidad. Por esto en los últimos años se han implementado numerosos sistemas cerámicos y de procesamiento para la obtención de restauraciones completamente cerámicas con una gama amplia de aplicaciones. En particular, los materiales completamente cerámicos con base en óxido de zirconio ( $ZrO_2$ ) muestran notables propiedades estéticas, combinadas con la alta biocompatibilidad y las excelentes propiedades mecánicas. El  $ZrO_2$  es un material policristalino libre de matriz vítrea, comúnmente estabilizado con óxido de ytrio (3 mol%), obteniendo de este modo un material conocido como zirconia tetragonal parcialmente estabilizada con ytrio (Y-TZP). En comparación con otras cerámicas, la Y-TZP presenta mejores propiedades mecánicas y una resistencia superior a la fractura. El uso de las cerámicas con  $ZrO_2$  ha traído consigo la tecnología CAD/CAM, que permite hacer restauraciones de excelente calidad, cuyo diseño y elaboración son asistidos por computador. En los sistemas que utilizan la zirconia tetragonal que en su diseño y elaboración son asistidos por computador; como el sistema Cerec in Lab<sup>®</sup> y el Procera<sup>®</sup> conocidos como sistemas CAD/CAM. Teniendo en cuenta la importancia de estos materiales para la odontología restauradora, este estudio buscó evaluar la adaptación marginal y el ajuste interno in vitro en estructuras de zirconia-ytria elaboradas con los sistemas CAD/ CAM Procera<sup>®</sup> y Cerec in Lab<sup>®</sup>. Para este estudio se tomaron 15 pilares prefabricados contorneados elaborados en aleación de titanio de la casa Zimmer Dental<sup>®</sup> para implantes,

con línea de terminación de chaflán profundo. Los pilares fueron marcados y distribuidos en un total de cinco especímenes en cada grupo de evaluación. Se fabricaron cinco estructuras de zirconia-ytria en cada uno de los sistemas a evaluar (Procera® y Cerec in Lab®) y cinco en aleación de paladio-oro para el grupo control. Para evaluar la adaptación marginal se tomaron ocho medidas en la circunferencia del pilar protésico, tomando la distancia entre el borde de la estructura y el pilar. Para determinar el ajuste interno se hicieron ocho medidas desde la superficie externa del pilar a la superficie interna de la restauración. Las mediciones fueron hechas por microscopía óptica (50X). Los datos obtenidos fueron analizados por medio del análisis de varianza de una vía, la t de Student y prueba de Dunnett; obteniendo los siguientes resultados: el valor promedio de adaptación marginal para el grupo de aleación metálica fue  $18,24 \pm 4,81 \mu\text{m}$ , el cual no tuvo diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) con el promedio de adaptación marginal encontrado para el grupo Procera  $21,62 \pm 12,15 \mu\text{m}$ . Por el contrario, el grupo Cerec in Lab mostró el promedio de adaptación marginal de  $47,34 \pm 17,72 \mu\text{m}$ . Se muestra diferencia estadísticamente significativa cuando se compara este promedio con los obtenidos para el grupo Procera y aleación metálica; a pesar de las diferencias estadísticamente significativas encontradas para el grupo Cerec, con respecto al grupo control y Procera, los valores promedio encontrados en todos los grupos están por debajo de los límites reportados en la literatura como clínicamente aceptables de adaptación marginal. Al contrastar los resultados de esta investigación se demostró que, los valores de adaptación marginal reportados esta



investigación coincide con los reportados por Bindl y Mörmann (2005) en los que por medio de restauraciones in vitro evaluadas en microscopio, reportan valores de adaptación marginal para el sistema Procera de  $17 \pm 16$   $\mu\text{m}$  y de  $43 \pm 23$   $\mu\text{m}$  para el Cerec in Lab®. En esta investigación también se presentaron valores altos de ajuste interno en el espacio del cemento de  $136 \pm 68$   $\mu\text{m}$  para el grupo Procera y para el Cerec in Lab de  $114 \pm 58$   $\mu\text{m}$ , siendo este valor significativamente mayor que el obtenido en nuestro estudio para este sistema. También Gonzalo y Cols. en 2008, obtuvieron valores semejantes de adaptación marginal, cuando se evaluaron sistemas similares a los de este estudio, presentando el sistema Procera una adaptación marginal de  $26 \pm 19$   $\mu\text{m}$  y el Cerec in Lab de  $40 \pm 19$   $\mu\text{m}$ . Estos resultados confirman que los valores de adaptación marginal en las restauraciones individuales en zirconia estabilizadas con ytria elaboradas con los sistemas CAD/CAM Procera y Cerec in Lab, se encuentran en los valores aceptados clínicamente por la literatura científica de 100 a 120  $\mu\text{m}$ . Finalmente, éste estudio concluye que, los valores de adaptación marginal de las estructuras de aleación metálica y de zirconia-ytria elaboradas con los sistemas CAD/CAM Procera® y Cerec In-lab® están entre los valores clínicamente aceptables. Las medidas de ajuste interno obtenidos para los grupos aleación metálica y Cerec se encuentran dentro del rango reportado en la literatura. Mientras que el promedio obtenido para el grupo Procera®  $118,67$   $\mu\text{m} \pm 50,84$ , aunque se acercó al límite máximo de ajuste interno reportado en la literatura, no se evidenció diferencia estadísticamente significativa con el sistema Cerec In-lab®<sup>3</sup>

**ESCALONA E. ET AL. (2011).** En su artículo titulado **“Comparación de la adaptación marginal de cofias en Disilicato de Litio inyectado, utilizando tres sistemas de sellado: dos ceras para patrones y patrones elaborados mediante técnica CAD/CAM”**; señalaron que, en la odontología contemporánea es clara la tendencia al uso de prótesis libres de metal y sobre todo hacia el uso de materiales cerámicos. La estética, la resistencia, la estabilidad de color y la precisión en la adaptación marginal, son requisitos importantes en la durabilidad de una restauración protésica, sea cual fuere el tipo de material empleado. Siendo el disilicato de litio uno de los materiales más utilizados en la confección de restauraciones libres de metal, no se ha encontrado suficiente evidencia científica que compare la adaptación marginal usando diferentes sistemas de sellado manual y asistido por computador. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es: comparar la adaptación marginal de cofias en disilicato de litio inyectado, utilizando tres sistemas de sellado marginal: dos ceras para patrones (orgánica convencional y cervical roja) y patrones elaborados mediante técnica CAD/CAM. Éste es un estudio experimental “in vitro”, donde se utilizaron 36 dientes previamente preparados, siguiendo la técnica propuesta por el Doctor Enrique Mejía, para talla de corona completa. Se escaneó cada diente con el sistema InEos Blue para proceder al maquinado de las cofias en polímero acrilato sin relleno (bloques VITA CAD-Waxx for inLab<sup>®</sup>); 12 de estas cofias no se recortaron; 24 cofias se recortaron dos milímetros desde el reborde marginal de la cofia para realizar sellado con cera orgánica convencional a 12 cofias y cera cervical roja a 12 cofias. Posteriormente la

totalidad de las cofias fueron revestidas e inyectadas utilizando pastillas de disilicato de litio y se midió la adaptación marginal mediante estereomicroscopía en cada una de las 36 muestras; en las cuatro superficies de adaptación: vestibular, palatino, mesial y distal. Cada punto de adaptación con dos medidas, anterior y posterior, para un total de 8 medidas por espécimen. Obteniendo los siguientes resultados: A nivel distal no se encontraron diferencias significativas: ( $p= 0.721$ ) al comparar la adaptación marginal de los tres grupos. La mayor desadaptación se encontró en el sistema CAD/ CAM, seguido de la cera cervical, y por último el grupo de cera orgánica que presentó menor desadaptación. La superficie mesial presentó mayor adaptación en el sistema CAD/CAM con respecto a la cera cervical y a la cera orgánica pero no hay diferencia significativa ( $p= 0.895$ ). El sistema CAD/CAM produjo a nivel palatino mayor adaptación con respecto a los otros dos sistemas, presentando mayor discrepancia la cera orgánica. En superficie vestibular, se observó mayor discrepancia en el sistema CAD/CAM y una menor desadaptación con la cera cervical, pero las diferencias no fueron significativas ( $p= 0.695$ ) La adaptación marginal global de los tres sistemas, no mostró diferencias significativas entre los mismos ( $p=0.786$ ). Ante éstos resultados, diversos autores contrastan la información mencionando que; para lograr una apropiada adaptación marginal es necesaria una adecuada preparación dentaria. En 2012, Cho y colaboradores compararon líneas terminales en hombro y chamfer para coronas en disilicato de litio, encontrando que las discrepancias no fueron significativas, de lo cual se infiere que lo importante es la calidad de la

preparación. El proceso de elaboración de la prótesis permite obtener adecuada adaptación marginal usando diferentes ceras de modelar. Hay que tener en consideración que la combustión de las ceras inorgánicas deja residuos de carbón y puede provocar contaminación de la estructura de porcelana inyectada; este es el motivo por lo cual se prefiere trabajar con ceras orgánicas. CAD Wax era el que presentaba menor desadaptación. Por el contrario, a nivel vestibular la menor desadaptación se presentó en el grupo de cera cervical roja, pero no hay diferencias significativas. Giraldo, Gómez y colaboradores en 2011 comparando cera clásica azul con ceras cervicales rojas para elaboración de cofias coladas en una aleación noble, también encontraron que no había diferencias significativas.

Por lo tanto, el presente estudio concluye que la adaptación marginal de cofias en disilicato de litio utilizando tres sistemas de sellado marginal: dos ceras para patrones (orgánica convencional y cervical roja) y patrones elaborados mediante técnica CAD/CAM no encontraron diferencias significativas en la adaptación marginal entre los tres grupos y los tres sistemas usados permitiendo obtener un sellado marginal dentro de los rangos clínicamente aceptables (120  $\mu\text{m}$ ).<sup>4</sup>

**MORENO M. ET AL. (2012)**, En su artículo **“Comparación de la adaptación marginal de cofias coladas en metal base utilizando técnica de sellado marginal manual y asistida por computador”**, mencionan que, actualmente se han producido continuos avances tecnológicos en materiales y procedimientos de fabricación para prótesis fija, entre ellos los sistemas

CAD/CAM, (PROCERA(Nobel Biocare), LAVA(3M), EVEREST(Kavo) y CEREC(Sirona)) que buscan mejorar la estética, la resistencia a la fractura y la adaptación marginal para lograr el éxito de la restauración a largo plazo. Éstos sistemas, utilizan equipos de alta precisión tanto para el diseño como la maquinación de estructuras y no son exclusivos para materiales cerámicos, sino también para resinas acrílicas de baja concentración, aleaciones metálicas como titanio, zirconio, plástico y ceras. Las ceras cervicales se emplean para la reproducción de las características del borde de la corona. Estas ceras junto con las ceras de modelado y de inmersión deben armonizar para que se produzca una buena combinación en el modelado de la corona. Por lo tanto, el propósito de esta investigación fue comparar la adaptación marginal de cofias coladas en metal base, después de efectuar un sellado marginal con técnica manual y otras con sellado marginal asistido por computador (CEREC Inlab). El siguiente estudio realizó una investigación experimental in vitro en una muestra de 30 cofias maquinadas con el sistema CEREC-InLab, utilizando bloques de acrílico sin relleno CAD Waxx VITA, sobre troqueles de premolares superiores sanos, preparados para corona metal cerámica, siguiendo la técnica de preparación del Dr. Enrique Mejía Burgos. 15 cofias fueron selladas con cera cervical y a las otras 15 no se le realizó ningún sellado adicional al obtenido por el sistema CEREC-InLab. Posteriormente las cofias se colaron en Wiron99, para ser probadas en el diente previamente tallado y preparado, ejerciendo presión constante y se midió por estereomicroscopía la desadaptación marginal de cada una de las cofias en 8 puntos. Como resultado de éste estudio se obtuvo, el promedio

de desviación estándar de desadaptación marginal en micrómetros para todas las superficies, con la técnica manual fue de  $92\pm 83,89$  y con la técnica computarizada fue  $58,71\pm 31,91$ . Las respectivas medianas fueron: 71,6 y 57,46  $\mu\text{m}$ . Al contrastar la información con diversos autores se evidencia que sólo existen estudios que comparan la desadaptación marginal de acuerdo a diferentes variables y materiales, como el óxido de zirconio y feldespato fresados con sistemas CAD/CAM, y en la literatura revisada no se encuentra estudios similares que evalúen la discrepancia marginal de cofias elaboradas con un polímero acrílico sin un relleno calcinable. Sin embargo, si se ha discutido con diversos autores sobre cuál es el valor clínicamente aceptable de desadaptación marginal. Algunos proponen un valor de 40  $\mu\text{m}$  y otros han sugerido un valor más tolerante: 120  $\mu\text{m}$ . otros autores coinciden que un ajuste marginal entre 100 – 120  $\mu\text{m}$  parece ser el rango para ser considerado clínicamente aceptable de cara a la longevidad de las restauraciones. Finalmente, se concluye que, en la adaptación marginal de cofias coladas en un material no noble, la técnica asistida por computador presentó una diferencia estadísticamente significativa a favor, al compararla con la técnica manual. Y tanto el sistema asistido por computador como la técnica manual presentan valores de adaptación marginal clínicamente aceptables para restauraciones de prótesis fija.<sup>5</sup>

**ABAD J. ET AL. (2014)** En su artículo titulado “**Comparación de la adaptación marginal de cofias elaboradas en cuatro tipos de máquinas de colado.**” Resaltan que el propósito de la odontología y de la rehabilitación

oral es ofrecerle al paciente un tratamiento adecuado y duradero, en donde la elaboración de una restauración debe cumplir con múltiples parámetros que determinen el éxito del tratamiento. Y uno de ellos, el más primordial es la adaptación marginal, así como también la funcionalidad y estética las cuales desempeñan un papel fundamental en el tratamiento. A su vez, se debe realizar una comparación entre materiales debido a la distorsión de estos en la impresión y coeficientes de expansión de los yesos, con el fin de evaluar cuál de ellos ofrece mejores características en cuanto a adaptación marginal. La adaptación marginal se define como el adecuado ajuste entre la línea terminal de la preparación dentaria y la corona. Presentándose a la vez diferentes valores clínicamente aceptables con discrepancias marginales igual o menores a 40 micrómetros, hasta 120 micrómetros. Por ésta razón este estudio tiene como objetivo comparar la adaptación marginal de cofias en metal base (Wiron99 ®) y coladas mediante cuatro técnicas de colado. Por ello, este estudio fue de tipo experimental in vitro, donde se escogieron como especímenes 15 premolares superiores sanos los cuales fueron preparados para corona completa metal cerámico siguiendo las técnicas de preparación dental del doctor Enrique Mejía Burgos. Después fueron escaneados los 15 troqueles y se diseñaron cofias mediante el software CEREC In Lab ®, posteriormente fueron fresados bloques de AcrylCAD ® Ivoclar Vivadent mediante el In Lab MC-XL ®. De los cuales se elaboraron 60 cofias, 4 cofias para cada diente; 15 cofias para cada máquina, presión vacío y colado por inducción (Nautilus ®. BEGO), centrifugado eléctrico y colado por inducción (Fornax ®. BEGO), por centrifugado eléctrico y

fundición manual (Fundor T ®. BEGO), y centrifugado por cuerda y colado manual (Kerr). Se realizó la recuperación y asentamiento de las cofias que fueron posicionadas mediante un dispositivo de presión constante sin cementación sobre los dientes con preparación para corona. Obteniendo los siguientes resultados: todos los sistemas analizados arrojaron resultados clínicamente aceptables y menores a 120 micras, pero la técnica de fundición y colado por presión vacío obtuvo rangos de discrepancia menores con respecto a las otras técnicas.

Los resultados fueron contrastados con los siguientes autores: McLean, donde por medio de restauraciones metálicas se encuentran valores de adaptación marginal aceptables no mayores a 120 micras, en el estudio no se encontró una diferencia significativa entre los diferentes sistemas de colado que puedan intervenir como factor en el momento de seleccionar por alguno específico en las técnicas de colado. Aunque los datos recolectados demuestran que los cuatro sistemas están dentro del rango aceptados, la máquina Nautilus® BEGO presentó rangos de discrepancia menores. En el momento no existe un estudio que compare cuatro máquinas de colado entre sí, pero en la investigación de Gómez y colaboradores en el 2013, determinaron las diferencias en la adaptación marginal de colados con sistemas de fundición por soplete y colado mediante centrifugado de cuerda y fundición por inducción con colado de centrifugado eléctrico, encontrando que la adaptación marginal del primer sistema es en promedio de 60,39 micras y del segundo sistema de 72,9 micras respectivamente, valores similares a los obtenidos en este estudio y que en relación a la investigación



de McLean se encuentran dentro de los parámetros y referencia de 120 micras de discrepancia marginal. Finalmente, ésta investigación concluye mencionando que, aunque no se encontró diferencia significativa en las diferentes técnicas de colado se observó un menor rango de adaptación marginal el cual no superaba las 120 micras al usar la técnica de fundición por inducción y colado con presión vacío, empleada por la maquina Nautilus® BEGO. <sup>6</sup>

**BONILLA L. ET AL. (2015)** En su artículo titulado “**Comparación de la resistencia compresiva de coronas en dos materiales de cerámica vítrea: disilicato y silicato**”. Resaltan la importancia de considerar la resistencia de los materiales que se utilizan en una restauración, esta se define como la máxima tensión que se requiere para fracturar una estructura y según la fuerza aplicada puede ser traccional, tangencial y compresiva. Recientemente se introdujo una cerámica vítrea maquinada de Silicato de Litio reforzada con Dióxido de Zirconio VITA SUPRINITY CAD/CAM que igualmente es Silicato de Litio y una vez cristalizado pasa a Disilicato de Litio. Las coronas monolíticas de Disilicato de Litio presentan mejor comportamiento a la fatiga frente a las coronas de Zirconio. Y debido a que no se conoce evidencia científica que compare la resistencia a la fractura entre vitrocerámicas como el Disilicato de Litio y Silicato de Litio reforzado con Dióxido de Circonio, surge la importancia de conocer los valores reales de la resistencia compresiva de coronas realizadas en Disilicato de Litio (IPS e.max CAD-IVOCLAR VIVADENT® (Schaan, Liechtenstein) y coronas en

Silicato de Litio reforzado con dióxido de Zirconio. Se realizó una investigación experimental In vitro de la línea de Biomateriales y procesos de laboratorio dental, la muestra fue constituida por 36 coronas cerámicas cementadas en premolares superiores sanos, distribuidas aleatoriamente en dos grupos de 18 dientes cada uno. Un primer grupo de coronas elaboradas en Silicato de Litio reforzado con Dióxido de Zirconio (SL) y un segundo grupo en Disilicato de Litio (DL). La digitalización óptica de los troqueles se realizó utilizando escáner óptico (inEos Blue inLabSirona CEREC® Alemania) y para el diseño de las coronas se empleó el software (Software Inlab Versión 4.2.5 Sirona CEREC® Alemania). Para el posicionamiento de los bloques fue utilizado el sistema y el maquinado con la unidad de fresado, empleando bloques de Silicato y Disilicato de Litio. Todas las restauraciones se cementaron con RelyX™ Ultimate. La prueba de resistencia tripoidal a la fractura se realizó en el dispositivo universal de pruebas Instron. En el análisis estadístico para determinar la presencia de fuerzas atípicas de la resistencia entre el Disilicato y el Silicato de Litio, se aplicó el análisis de puntos atípicos por Box plot, verificándose que no existieron. Seguido a este análisis la prueba Shapiro Wilk fue aplicada, encontrando que las resistencias fueron no paramétricas, lo que implicó aplicar la prueba de Mann Whitney para comparar la resistencia compresiva entre ambos grupos. Los resultados que se obtuvieron con la prueba de Mann Whitney no encontraron diferencias significativas en la resistencia compresiva de las coronas monolíticas en Disilicato y Silicato de Litio. Sin embargo, las

coronas en Disilicato de Litio en promedio tuvieron 55 MPa más de resistencia compresiva que las de Silicato de Litio.

Otros autores contrastan la información demostrando que clínicamente las restauraciones dentales están sujetas a fuerzas cíclicas de 60 a 250N durante la función y hasta 500 a 800N durante períodos cortos, sin embargo, el rango varía de acuerdo a la ubicación: en la región molar 400 a 890N y 222 a 445N en la zona premolar, en la presente investigación los resultados están dentro de los rangos referenciados. También teniendo en cuenta que la preparación dental es uno de los factores que puede influir en la resistencia, se empleó la técnica de preparación para corona completa del Doctor Enrique Mejía Burgos, las preparaciones fueron realizadas por un solo operador, con una pieza de alto torque, utilizando fresas troncocónicas de punta plana, una para cada dos dientes, se utilizó el Perfect Margin Shoulder® ya que según Bolaños y colaboradores la inclusión de este sistema ayuda a minimizar las irregularidades de la preparación permitiendo un mayor asentamiento final de la restauración. A su vez, se sabe que ambos materiales contienen un porcentaje de ZrO<sub>2</sub>, las diferencias entre el Silicato de Litio y el Disilicato de Litio pueden estar influenciadas por el contenido de este material, autores como Apel y colaboradores reportan en su estudio que al variar el porcentaje de ZrO<sub>2</sub> puede incrementarse la dureza del material. La aplicabilidad clínica de este estudio radica en la importancia de conocer y comparar los valores de resistencia compresiva reales de estos materiales y considerar que son diversos factores que influyen en la resistencia tales como la preparación

dental, el espesor del material cerámico y sus propiedades, el material cementante y el tipo de oclusión entre otras.

Finalmente, ésta investigación concluye que la resistencia compresiva de ambos materiales es similar, sin embargo, el Disilicato de Litio presentó una mediana 55 MPa mayor frente al Silicato de Litio, sin ser esta diferencia estadísticamente significativa. Las restauraciones monolíticas en Disilicato de Litio y Silicato de Litio presentaron valores superiores a los mínimos requeridos de fuerza compresiva en la cavidad oral (200 MPa), por lo tanto, ambos materiales son clínicamente aceptables.<sup>7</sup>

**LOARTE M. ET AL. (2017)** En su artículo titulado “**Adaptación de cofias metálicas confeccionadas con dos técnicas: cera perdida colada por centrifugación convencional y fresado de bloque bando en CAD/CAM**”.

Resaltan que, la adaptación marginal debe ser el adecuado ajuste que existe entre la línea de terminación y el margen cervical de la restauración. Las distancias vertical y horizontal que existe entre esos dos puntos se conoce como discrepancia marginal y la distancia que existe entre la estructura de la restauración y la superficie del pilar dentario se le conoce como ajuste interno. Muchos autores coinciden que dicha discrepancia no debe ser mayor a 120  $\mu\text{m}$  y que el ajuste interno debe oscilar entre 50 a 350  $\mu\text{m}$ . Por ello, el propósito de ésta investigación fue evaluar la adaptación marginal e interno de cofias metálicas unitarias de aleación cobalto-cromo (Co-Cr), sobre una línea de terminación tipo chamfer confeccionadas con 2 técnicas: cera perdida colada por centrifugación convencional y fresado de bloque bando

en CAD/CAM. Se creó un modelo maestro a partir de una pieza dentaria natural preparada con una terminación en chámfer que fue duplicada a través del sistema CAD/CAM, se tomó impresiones con silicona de adición y se vació con yeso tipo IV, obteniendo así 13 modelos para la técnica CPC y 13 modelos para SMB, a partir de éstos modelos se fabricaron 13 cofias metálicas unitarias de aleación Cobalto Cromo para cada técnica. Se utilizó las réplicas de silcona para evaluar la discrepancia marginal e interna. Cada muestra fue seccionada en sentido vestíbulo palatino y mesio distal, luego se evaluó las zonas: cervical, axial y oclusal con la ayuda de un estereomicroscopio. Como resultados se obtuvo que la técnica SBM tuvo menor discrepancia marginal en sentido vestíbulo palatino en relación a la técnica CPC, con una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) y en sentido mesio distal la técnica SBM obtuvo una menor discrepancia marginal, pero sin diferencias estadísticamente significativas. También se demostró que la menor discrepancia interna fue para CPC en la zona axial en sentido vestíbulo palatino y mesio distal con diferencias estadísticamente significativa. Estos resultados adquiridos de la adaptación interna, tanto en axial como en la zona coronal, no fueron resultados concluyentes para determinar que una técnica es mejor que la otra. Finalmente, concluyeron que las cofias que presentaron una mejor adaptación marginal fueron las que se confeccionaron mediante la técnica SMB, también se evidenció que las cofias con mejor adaptación interna fue en la zona axial las cuales fueron ejecutadas mediante la técnica de CPC y en la zona oclusal presentó mejor adaptación interna la técnica SMB.<sup>8</sup>

**JUÁREZ A. ET AL. (2011)** En su artículo titulado **“Comparación de la adaptación marginal y microfiltración entre dos sistemas de zirconia, con un mismo medio cementante”**. Mencionan que, en la actualidad existen diferentes sistemas para crear restauraciones totalmente cerámicas y dentro de los más destacados se encuentran los de tecnología CAD/CAM, con sus diversos sistemas de maquinado. Ahora bien, resaltan que la características de mayor importancia en las restauraciones protésicas es su adaptación marginal, ya que la ausencia parcial de ésta afecta la resistencia a la fractura, el ingreso de fluidos y microfiltración y finalmente el fracaso de la restauración. Por tal motivo, el objetivo de éste estudio fue comparar la adaptación marginal en ocho puntos y la microfiltración en vestibular y palatino entre dos sistemas de zirconio. Se seleccionó 20 premolares superiores, 10 para el grupo LAVA y 10 para ZIRKON ZAHN, los cuales fueron limpiados y almacenados, para luego ser colocados en bloques de yeso y ser preparados para coronas libres de metal con una terminación cervical de tipo chaflán. Se tomaron impresiones con polivinil siloxano y luego se obtuvo los positivos con yeso Fuji Rock. Después de confeccionar las cofias fueron colocadas en los premolares respectivos con presión digital, para así medir la adaptación marginal, con la ayuda de un microscopio a una magnificación de 70x y con aproximaciones de 5 micras.

Finalmente las cofias fueron cementadas y al cabo de 24 horas se evaluó la microfiltración en vestibular y palatino con el mismo método. Como resultados se obtuvo que si existió una diferencia estadísticamente

significativa en la adaptación marginal entre los dos sistemas de zirconio. Reportando que el sistema que tuvo mejor adaptación fue el de LAVA con 19,7  $\mu\text{m}$  antes de su cementación y 15,0  $\mu\text{m}$  después. Ahora bien, el sistema con menor adaptación marginal fue Zirkon Zahn con valores de 28,1  $\mu\text{m}$  antes de su cementación y 22,8  $\mu\text{m}$  después de cementar. Los promedios obtenidos de microfiltración fueron; para LAVA 314,2  $\mu\text{m}$  y Zirkon Zanh de 319,8  $\mu\text{m}$ . Los resultados de este estudio, respecto a la adaptación marginal son valores menores en relación a otros estudios, debido al desarrollo tecnológico empleado y a la creación y avance de nuevos materiales. No hay estudios de adaptación marginal similares a ésta investigación con las cuales se puedan contrastar resultados; sin embargo, hay estudios que compararon unidades de zirconia y demostraron que también el grupo LAVA obtuvo los mejores resultados.

Por lo tanto, concluyeron que el sistema que obtuvo el mejor ajuste marginal con una diferencia estadísticamente significativa fue el sistema LAVA y el de menor ajuste el sistema ZIRKON ZANH; sin embargo, también se demostró que no hubo diferencias significativas en la microfiltración entre los dos sistemas.<sup>9</sup>

### **1.6.2. BASES TEÓRICAS**

- **SISTEMAS CAD/CAM**

“Las siglas CAD/CAM hacen referencia a la técnica de producción que aún a los conocimientos informáticos con el fin de aplicarlos tanto al diseño

como a la fabricación de piezas, originariamente de ingeniería, pero que se ha venido utilizando en multitud de campos. Tienen su origen en la lengua inglesa: Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing, que traducido al castellano quiere decir diseño dirigido por ordenador/fabricación dirigida por ordenador. Técnicamente, CAD/CAM es una unión entre numerosas disciplinas de ingeniería y fabricación. En una expresión más simple, es una comunicación computarizada y una función de diseño y construcción para la confección de estructuras. Llevándolo a sus últimos extremos, podemos incluir en él casi todas las etapas de fabricación y gestión. En este caso, quedarían incluidos el marketing, la informática, la contabilidad, el control de calidad y casi todo aquello que pudiera tener relación con una base de datos centralizada. En general, puede interpretarse el significado del prefijo CA como “asistido por ordenador”, sinónimo de automatización. Algunas de las funciones más comunes del CAD son el modelado geométrico, análisis, prueba, delineación y documentación. El CAM, por su parte, incluye control numérico, robótica, planificación y control de fabricación; ambas disciplinas están interrelacionadas por una base de datos común. Todas y cada una de las funciones realizadas por un sistema CAD/CAM deben estar plasmadas en tres elementos básicos que pongan en relación cada una de las mismas: La conversión analógico-numérica de la imagen, el diseño asistido por ordenador con modelizaciones lineales y superficiales, y la fabricación por control numérico”.<sup>10</sup>



### **Sistemas CAD/CAM en odontología:**

El término CAD/CAM, aplicado al mundo de la odontología, constituye una tecnología que nos permite realizar una restauración dental mediante el apoyo informático de diseño y un sistema de mecanizado o fresado automatizado que trabaja a sus órdenes. El CAD/CAM es el futuro ya presente de las prótesis dentales. Las técnicas CAD/CAM se introdujeron en Odontología en 1971, siendo al inicio más experimentales y teóricas que clínicas, y siempre enfocadas al ámbito de la prótesis fija. El gran aporte de estas técnicas tan novedosas es, además de comodidad clínica tanto para el paciente como para el profesional, la obtención de una información precisa inmediata que pueden aportar rapidez, exactitud y ausencia de errores relacionados con la confección manual de la prótesis dental. La tecnología está transformando la odontología con éstos nuevos sistemas de escáner intraoral que sustituyen a la impresión tradicional hasta la aplicación de tecnologías CAD/CAM a la fabricación de coronas, implantes y puentes. Por lo tanto, la situación actual está en continuo cambio y son muchos los retos que tendrán que afrontar las nuevas tecnologías; así mismo, el odontólogo deberá de plantearse una nueva forma de trabajo digital, pues nos encontramos en el camino de entrada a la era de la Odontología Digital. <sup>13</sup>

### **Componentes de la tecnología CAD/CAM:**

Los sistemas controlados por ordenador que se conocen en la actualidad suelen diferenciarse, según el tipo de recogida de datos tridimensionales de

los dientes pilares. Por el contrario, la fabricación automatizada de las piezas de material cerámico, plástico o metálico es muy parecida en todos los métodos y consiste esencialmente en una máquina de control numérico con dispositivos específicos para el material de fresado o tallado, que son móviles en varios ejes. Por lo tanto, un sistema CAD/CAM tradicional puede escanear la preparación de forma óptica o mecánica y diseñar a continuación la restauración, enviando las instrucciones precisas a una microfresadora para que fabrique la prótesis. Todos estos sistemas controlados por computador constan de tres fases.<sup>13</sup>

### **1. Digitalización:**

Es el método por el cual se logra el registro tridimensional de la preparación dentaria a través de un escáner; esta es la herramienta del sistema que se encarga de obtener la información, una “impresión óptica” o una imagen tridimensional de las preparaciones, de los dientes adyacentes y registros oclusales que serán procesados y transformados en datos digitales para obtener la estructura o restauración diseñada. El registro puede obtenerse de forma intraoral sin necesidad de tomar impresiones o de manera extraoral obtenida de una impresión de la preparación dental. Actualmente, dependiendo del sistema, existen dos tipos de escáner, de contacto y óptico o láser.

**A. Escáner óptico:** La base de este tipo de escáner es obtener las estructuras tridimensionales a partir de un proceso llamado triangulación activa<sup>6, 8</sup> procedimiento por el cual el sensor del escáner capta la información. Se genera una luz sobre la preparación

que es proyectada para que el sensor del escáner capte la información dependiendo del ángulo de proyección y del patrón de sombras que se genera. El receptor del escáner registra el cambio de estas líneas y el computador calcula la correspondiente profundidad. La escala de profundidad en este procedimiento depende del ángulo de triangulación. Así, el computador puede calcular los datos tridimensionales de la imagen obtenida del receptor. Las fuentes de iluminación pueden ser proyección de luz blanca o cono láser dependiendo del sistema.

**B. Escáner mecánico:** Para obtener los datos de digitalización, es necesario lograr a través de una impresión convencional de las preparaciones dentarias, un modelo maestro que es leído por un sensor o bola de zafiro que utiliza diferentes diámetros según el caso. El registro de la superficie de yeso con este método puede ser afectado por la geometría del objeto, las irregularidades y el tamaño del sensor. Sin embargo, el patrón de la preparación dentaria es recorrido mecánicamente y leído por el zafiro línea a línea, recorriendo la estructura cada 200  $\mu\text{m}$  en cada ángulo de rotación. La información se transmite al programa hasta conformar una imagen tridimensional. Este tipo de escáner se destaca por su alta precisión cuando las imágenes obtenidas son comparadas con patrones exactamente medidos. Una vez obtenida la imagen tridimensional de la preparación dental se introduce en un programa especial para su diseño.<sup>10</sup>

## **2. Programa de diseño:**

Por medio de programas de diseño gráfico, particulares para el trazado dental y específicos para cada sistema, se traslada la información obtenida con el escáner al programa para diseñar la estructura protésica deseada. Una vez detectada la línea de terminación cervical y la configuración de los pilares, es posible determinar la anatomía dental, las dimensiones de los pónicos, los pilares y los conectores de la restauración en proceso. Es posible diseñar desde restauraciones parciales y carillas hasta coronas individuales, estructuras de varias unidades y supraestructuras dependiendo del material y del sistema. El diseño de la restauración es almacenado en un archivo y puede ser enviado al centro de producción para que machine la estructura.<sup>10</sup>

## **3. Equipo de maquinado:**

Un robot controlado sistemáticamente es el encargado de procesar los datos de la digitalización y de transformar la información del diseño en la estructura protésica. Esto se logra mediante el tallado de bloques cerámicos de diferentes materiales. Los equipos de procesado se distinguen por el número de ejes de maquinado, entre más ejes posibles mayor complejidad del maquinado. La calidad del maquinado depende de la digitalización, proceso de la información y producción.<sup>10</sup>

### **Clasificación de los equipos:**

**A. Equipos de 3 ejes:** Éstos tienen movimiento en las tres direcciones espaciales (X, Y y Z). Cada eje se traduce en un valor que generará los movimientos de fresado necesarios para obtener la restauración

diseñada. En estos equipos los movimientos de fresado no se harán en ejes divergentes o convergentes. Los equipos de tres ejes usan toda el área dental y pueden girar el patrón de maquinado 180° en el transcurso del proceso hacia adentro y afuera. Tiene como ventaja el menor desgaste del equipo y menor tiempo de procesamiento. Ejemplo de estos equipos son el Inlab (Sirona, Bensheim, Alemania) y el Lava (3M, St. Paul, MN).<sup>10</sup>

**B. Equipos de 4 ejes:** Adicional a los ejes X, Y y Z, estos equipos pueden girar el puente de tensión de manera infinita (eje A), es decir sobre el cual está apoyado el material cerámico que se necesita. Como resultado es posible ajustar el puente de construcción sobre el cual está apoyado el huso de fresado con el mismo bloque, logrando un desplazamiento vertical mayor y se ahorra material y tiempo en el procesamiento.<sup>10</sup>

**C. Equipos de 5 ejes:** Adicionalmente a los tres ejes espaciales (X, Y, Z) y a la rotación del puente de tensión (A), existen equipos con los cuales es posible que el huso de maquinado también rote, generando otro eje de rotación (B). Esto permite maquinar geometrías complejas con subsecciones como estructuras de puentes fijos con varios pódicos, pilares y estructuras anatómicas. Ejemplo de este sistema es el Kavo Everest® (Biberach, Alemania).<sup>10</sup>

#### **Producción CAD-CAM:**

El lugar donde se realiza la producción de las restauraciones determina el procedimiento y protocolo de su fabricación. En odontología existen tres modalidades:

**1. Consultorio:** Todos los componentes del sistema se ubican en el consultorio y la producción de la restauración es posible en el mismo lugar de atención del paciente, sin la intervención del laboratorio. El instrumento de digitalización es una cámara intraoral, que por medio de un registro digital reemplaza la impresión convencional. Este tipo de procedimiento se traduce en ahorro de tiempo y ofrece al paciente restauraciones indirectas en un corto tiempo. <sup>10</sup>

**2. Laboratorio:** Se requiere obtener una impresión convencional de la preparación dentaria que se envía al laboratorio para realizar un vaciado y obtener así un modelo maestro del cual el escáner obtiene la información tridimensional de la preparación dental y del registro oclusal. Los datos digitalizados se envían a un robot que maquina y produce la restauración diseñada. Finalmente, el ajuste de la estructura es evaluado y modificado de ser necesario sobre el modelo maestro. <sup>8</sup>

**3. Centro de producción:** Con esta modalidad es posible conectar un escáner con un centro de producción vía Internet. La digitalización de la estructura dental y diseño está a cargo del laboratorista o del odontólogo. Los datos procesados en el laboratorio son enviados a través de la red al centro de producción para elaborar la restauración. Finalmente, el centro de producción envía la restauración al laboratorio para ser terminada y este al odontólogo. <sup>10</sup>

**Variables del maquinado:**

“La sinterización es el proceso al cual es sometida la cerámica para que sus partículas alcancen el mayor grado de cohesión y con ello obtengan una

estructura química ordenada y con propiedades físicas y mecánicas adecuadas, que le permita ser utilizada como restauración dental. Esto se logra gracias al calor. Los bloques utilizados para maquinado se encuentran disponibles en dos modalidades, presinterizados que son bloques que se sometieron al calor, pero no el tiempo y la temperatura suficiente y bloques completamente sinterizados los cuales ya tienen las características deseadas”.<sup>10</sup>

**1. Maquinado con bloques presinterizados:** Se realizan sobre bloques especialmente de zirconia-ytria con bajo grado de sinterización o presinterizados. Estos bloques alcanzan propiedades físicas de manera parcial, aunque al terminar por completo la sinterización de la cerámica presentan alto índice de contracción que varía entre 20 y 25% de su tamaño previo al maquinado. Esta situación debe ser controlada por el programa de diseño y el maquinado de la estructura que al ser sinterizada obtendrá el volumen y dimensión deseada. Como ventaja se obtiene menor costo del equipo, el material no absorbe agua, no es necesario emplear tiempo en el presecado previo al sinterizado y las fresas para el maquinado sufren menor desgaste.<sup>10</sup>

**2. Maquinado con bloques sinterizados:** Son bloques que han sufrido el proceso de cocción completo y por tanto de sinterización. Durante el maquinado de la restauración, las fresas de diamante o de carburo son irrigadas y protegidas por un rocío de líquido frío para evitar el sobrecalentamiento del bloque, el cual se encuentra totalmente sinterizado y con las características físicas y mecánicas adecuadas.

Aunque se pueden utilizar diferentes cerámicas, la más utilizada de forma sinterizada es la de alto contenido de leucita.<sup>10</sup>

### **Sistemas disponibles para maquinado:**

**1. CEREC® (Sirona) CEREC in Lab® (Sirona):** El método de “reconstrucción de cerámica” CEREC por sus iniciales en inglés (CEramic REConstruction) como fue llamado inicialmente, fue diseñado para restauraciones parciales y utilizaba un disco durante el maquinado. Este sistema se diseñó con el objetivo de realizar restauraciones indirectas en poco tiempo, confeccionadas y cementadas en la misma consulta odontológica y con el objetivo de eliminar la intermediación del laboratorio. Para este fin se utilizó inicialmente cerámica feldespática. Más adelante la multinacional Siemens, incorpora al sistema de maquinado una fresa de diamante adicional y realiza mejoras en el programa de diseño que permitió maquinar coronas completas incluyendo la anatomía oclusal y fue denominado CEREC2. Posteriormente los avances tecnológicos e industriales permiten cambiar los discos de diamantes por fresas para el maquinado de las restauraciones y generaron el sistema CEREC3 con avances adicionales en el software de diseño tridimensional de las restauraciones. En 2008 fue introducido al mercado el CEREC Connect, permitiendo que los más de 8.500 usuarios en el mundo de CEREC transfieran electrónicamente impresiones digitales a cualquier laboratorio que haya incorporado la tecnología de CAD-CAM inLab de Sirona. CEREC®



(Sirona) fue uno de los primeros sistemas para restauraciones CAD-CAM en el mundo y lleva más de 20 años en el mercado. Es el único sistema que ofrece restauraciones diseñadas y elaboradas en el consultorio, toma la impresión óptica del diente preparado con una cámara digital, diseña la restauración con la visualización tridimensional de la preparación y las estructuras adyacentes, incluyendo los dientes antagonistas y registro interoclusal gracias a su avanzado programa de digitalización, y de ser necesario, en la misma cita permite maquinar algunos materiales cerámicos y cementar la restauración. El sistema CEREC® (Sirona) se compone de un escáner o unidad de captación de imagen con resolución de 50 µm que permite obtener la imagen tridimensional de la preparación dental y estructuras adyacentes gracias al principio de triangulación activa. El segundo componente es el programa o software que permite el diseño de las restauraciones o estructuras, y por último la máquina de fresado que se encarga de reproducir el diseño realizado. Este equipo utiliza fresas de diamante de corte en brazos robóticos para modelar o esculpir una estructura o restauración en pocos minutos.<sup>10</sup>

**2. PROCERA® (Nobel Biocare, Gotemburgo, Suecia):** Desarrollado por el Dr. Motts Andersson en la Universidad de Umea, Suecia, en el año 1997 e introducido al mercado odontológico por la empresa Nobel-Pharma, actualmente Nobel-Biocare. El principio básico es la lectura de un troquel de yeso o matriz de un encerado mediante un escáner de contacto. El escáner Procera® Piccolo (Nobel Biocare, Goteborg) y

Procera® Forte (Nobel Biocare, Goteborg) utilizan un sensor o bola de rubí de diferentes diámetros; la finalidad es realizar el barrido de la superficie del patrón y convertir la información obtenida en puntos tridimensionales logrando una reproducción del patrón de alta fidelidad, convirtiéndolo así en una imagen digital que es procesada en el Procera® Software 2,0 de la misma casa comercial; en este sistema se diseña la estructura y se especifica el material deseado: alúmina altamente sinterizada o zirconia. Los datos digitalizados son enviados vía Internet a un centro de producción donde es elaborado y confeccionado un troquel sobredimensionado del patrón enviado, sobre este modelo se inyecta bajo presión isostática el material de la estructura y luego se maquina y se sinteriza. La estructura es devuelta vía correo al laboratorio para ser terminada, finalmente la restauración es recubierta con cerámica de baja fusión.<sup>10</sup>

**3. LAVA® (3M ESPE, St Paul, MN):** El centro de producción y fresado que utiliza LAVA incluye un escáner especial de proyección de luz, libre de contacto (Lava Scan® 3M ESPE, St Paul, MN), una máquina de fresado (Lava Form® 3M ESPE, St Paul, MN), un horno de sinterización (Lava Therm® 3M ESPE, St Paul, MN) y su propio programa de diseño. Las preparaciones dentales y demás estructuras necesarias son completamente escaneadas con un sistema óptico sin contacto mediante un patrón de franjas de luces blancas. Aproximadamente 120.000 datos de puntos son medidos y digitalizados para cada muñón, zona edéntula y registro de mordida. El sistema

detecta automáticamente el margen de la preparación usando los puntos más bajos y al mismo tiempo más distantes del muñón, por tal razón se requiere realizar preparaciones tal como lo indica la casa comercial; una terminación en chaflán circunferencial con un ángulo horizontal de al menos 5°. La preparación del ángulo vertical debe ser de al menos 4°. Todos los bordes oclusales e incisales deben redondearse y se debe evitar cualquier socavado en la preparación. El borde marginal o cervical de la preparación debe ser continuo y claramente visible. Para un análisis óptimo de la situación, la altura máxima del modelo en el área de escaneado, medido desde la base hasta el borde incisal, no debe exceder los 40mm. El escaneado dura aproximadamente 5 min por cada muñón y 12 para una estructura de tres unidades. Una vez diseñada la estructura, los conectores y el registro oclusal, la máquina de fresado maquina una estructura alargada en el 20-25% para compensar la contracción del material. El maquinado tiene duración promedio de 35 min por corona y de 75 min para una estructura de tres unidades. La estructura de Zirconia Lava® es llevada al horno para ser altamente sinterizada en un proceso sistematizado que dura 8 h incluyendo el tiempo de enfriamiento. Lava® solo utiliza zirconia parcialmente estabilizada con ytria como material para sus estructuras y está limitado solo para coronas individuales y estructuras hasta de 3 unidades.<sup>10</sup>

- 4. Everest® (Kavo, Alemania):** Este sistema, al igual que los demás, se compone de una unidad de escaneo Everest® (Kavo, Alemania) con precisión de 1:1 que registra la geometría de un modelo tomado de las

preparaciones dentales con una cámara CCD (siglas en inglés de chargecoupled device: ‘dispositivo de cargas [eléctricas] interconectadas’) de alta calidad con una resolución de 1.392 x 1.040 píxeles con un proceso topométrico en 3D y una amplitud del campo de medición 60 x 80 mm. Los datos del escaneado son llevados al programa “surface®” de Kavo para detectar automáticamente el margen de la preparación, y la superficie y las extrapola de forma aritmética. Una vez diseñada la estructura con las indicaciones precisas se pasan los datos a una máquina de fresado, la Everest Engine® (Kavo, Alemania) que mediante cinco ejes de procesamiento simultáneo permite el fresado de hasta de 28 unidades y estructuras de 14. Una vez maquinada la estructura se sinteriza en el Everest Therm® (Kavo, Alemania) totalmente automático lo que garantiza un sinterizado completo del material. Este sistema está indicado para coronas parciales, cofias, coronas completas y estructuras de hasta 14 unidades en función de la geometría.<sup>10</sup>

- **MATERIALES CERÁMICOS PARA MAQUINADO CAD/CAM:**

- **Clasificación de las cerámicas dentales:**

- **a. Temperatura de sinterización:** Según el aporte térmico.

- Alta sinterización (por encima de 1300°C)
      - Media sinterización (1050-1300°C)
      - Baja sinterización (850-1050°C)
      - Muy baja sinterización (por debajo de 850°C).

Las cerámicas de alta sinterización son las empleadas en la industria para la fabricación de dientes de porcelana a gran escala, brackets estéticos, bloques cerámicos para tecnología CAD/CAM y cualquier otro dispositivo o instrumento cerámico de uso clínico. Sin embargo, con los nuevos sistemas de óxido de zirconio se han incorporado también al laboratorio dental donde se utilizan para procesar las estructuras internas de las restauraciones totalmente cerámicas.<sup>11,12,13</sup>

**b. Técnica de confección:** Ésta clasificación analiza la forma de confección en el laboratorio ya que resulta lo más representativo y útil.

- **Técnica de condensación:** Con ésta técnica se elaboran las porcelanas mediante condensación de la cerámica en sucesivas capas, hasta obtener la morfología final, previa a la fase de cocción. La técnica de condensación se puede realizar: Sobre hoja de platino, sobre cofias metálicas y sobre modelos de revestimiento.

- **Técnica de sustitución a la cera perdida:** Estas técnicas están basadas en el modelado de un patrón de cera que posteriormente se transformará mediante diferentes técnicas, en una cofia interna o una restauración completa y como clásicamente se efectúa con el metal. Así distinguimos: Técnica de colado, técnica de inyección por presión.

- **Técnica de procesamiento por ordenador:** La tecnología CAD/CAM, nos permite realizar una restauración dental mediante el apoyo informático de diseño y un sistema de mecanizado o fresado automatizado que trabaja a sus órdenes.<sup>13,14</sup>

c. **Composición química:** Las cerámicas son materiales de naturaleza inorgánica, formados mayoritariamente por elementos no metálicos, que se obtienen por la acción del calor y cuya estructura final es parcial o totalmente cristalina. La gran mayoría de las cerámicas dentales, tienen una estructura mixta, es decir, son materiales compuestos formados por una matriz vítrea (cuyos átomos están desordenados) en la que se encuentran inmersas partículas más o menos grandes de minerales cristalizados (cuyos átomos sí que están dispuestos uniformemente). Es importante señalar que la fase vítrea es la responsable de la estética de la porcelana (proporciona la translucidez), mientras que la fase cristalina es la responsable de la resistencia. Por lo tanto, la microestructura de la cerámica tiene una gran importancia clínica ya que el comportamiento estético y mecánico de un sistema depende directamente de su composición. Químicamente, las porcelanas dentales se pueden agrupar en tres grandes familias:

- **Cerámicas feldespáticas:** Las primeras porcelanas de uso dental tenían la misma composición que las porcelanas utilizadas en la elaboración de piezas artísticas. Contenían exclusivamente los tres elementos básicos de la cerámica: feldespato, cuarzo y caolín. Con el paso del tiempo, la composición de estas porcelanas se fue modificando hasta llegar a las actuales cerámicas feldespáticas, que constan de un magma de feldespato en el que están dispersas partículas de cuarzo y, en mucha menor medida, caolín. El

feldespato, al descomponerse en vidrio, es el responsable de la translucidez de la porcelana. El cuarzo constituye la fase cristalina. El caolín confiere plasticidad y facilita el manejo de la cerámica cuando todavía no está cocida. Conjuntamente, se añaden pigmentos para obtener distintas tonalidades. Al tratarse básicamente de vidrios poseen unas excelentes propiedades ópticas que nos permiten conseguir unos buenos resultados estéticos; pero al mismo tiempo son frágiles y, por lo tanto, no se pueden usar en prótesis fija si no se “apoyan” sobre una estructura. Por este motivo, estas porcelanas se utilizan principalmente para el recubrimiento de estructuras metálicas o cerámicas. Debido a la demanda de una mayor estética en las restauraciones, se fue modificando la composición de las cerámicas hasta encontrar nuevos materiales que tuvieran una tenacidad adecuada para confeccionar restauraciones totalmente cerámicas. En este contexto surgieron las porcelanas feldespáticas de alta resistencia. Éstas tienen una composición muy similar a la anteriormente descrita. Poseen un alto contenido de feldespatos pero se caracterizan porque incorporan a la masa cerámica determinados elementos que aumentan su resistencia mecánica (100-300MPa). Así, distinguimos entre distintos tipos de cerámicas feldespáticas de alta resistencia según las partículas que se añadan a su composición química: Reforzadas con leucita, reforzadas con óxido de aluminio y reforzadas con disilicato de litio. La presencia de estos cristales mejora la resistencia, pero también

aumenta la opacidad de la masa cerámica. Por ello, con este material solamente podemos realizar la estructura interna de la restauración. Para conseguir un buen resultado estético, es necesario recubrir este núcleo con una porcelana feldespática convencional.<sup>13,14</sup>

- **Cerámicas aluminosas:** “En 1965, McLean y Hughes abrieron una nueva vía de investigación en el mundo de las cerámicas sin metal. Estos autores incorporaron a la porcelana feldespática cantidades importantes de óxido de aluminio reduciendo la proporción de cuarzo. El resultado fue un material con una microestructura mixta en la que la alúmina, al tener una temperatura de fusión elevada, permanecía en suspensión en la matriz. Estos cristales mejoraban extraordinariamente las propiedades mecánicas de la cerámica. Esta mejora en la tenacidad de la porcelana animó a realizar coronas totalmente cerámicas. Sin embargo, pronto observaron que este incremento de óxido de aluminio provocaba en la porcelana una reducción importante de la translucidez, que obligaba a realizar tallados agresivos para alcanzar una buena estética. Cuando la proporción de alúmina supera el 50% se produce un aumento significativo de la opacidad. Por este motivo, en la actualidad las cerámicas de alto contenido en óxido de aluminio se reservan únicamente para la confección de estructuras internas, siendo necesario recubrirlas con porcelanas de menor cantidad de alúmina para lograr un buen mimetismo con el diente natural”<sup>12,13</sup>



- **Cerámicas zirconiosas:** Este grupo es el más novedoso y el que ha supuesto el mayor boom en el desarrollo de las cerámicas dentales para sectores posteriores. El zirconio, como elemento, está agrupado dentro de los metales en la tabla periódica (número atómico 40), por ello va a gozar de las características propias de los metales en cuanto a resistencia, comportamiento óptico y químico se refiere. Es un metal blanco grisáceo, brillante y muy resistente a la corrosión. Es más ligero que el acero con una dureza similar a la del cobre. El óxido de zirconio ( $ZrO_2$ ) fue descubierto por Hussak en 1892 bajo la forma de badeleyita. Ha sido utilizado durante décadas en la industria con diferentes fines y actualmente está emergiendo en la industria dental, debido a sus propiedades tanto mecánicas como ópticas. Actualmente, la principal fuente de obtención de circonia son las arenas australianas que contienen silicato de zirconio ( $ZrSiO_4$ ), denominado circón.

El óxido de zirconio puro puede encontrarse en función de la temperatura, en tres formas cristalinas: cúbica, tetragonal y monoclinica; pudiendo presentarse también con forma ortorrómbica a altas presiones. La cristalización en estructura monoclinica, es como aparece en la naturaleza, es decir, a temperatura ambiente, la circonia cristaliza en forma monoclinica y la cristalización en estructura tetragonal metaestable estabilizada gracias al ytrio, es como se manipula y se presenta de manera comercial, al calentarse a  $1.170^{\circ}C$ , sufriendo una transformación alotrópica. Si la

temperatura sigue aumentando hasta alcanzar los 2.370°C se produce el cambio a estructura cúbica, fase en la que se mantiene hasta llegar a su punto de fusión (2.680°C).

A nivel odontológico, estas cerámicas de última generación están compuestas por óxido de zirconio altamente sinterizado (95%), estabilizado parcialmente con óxido de ytrio (5%). El óxido de zirconio ( $ZrO_2$ ) también se conoce químicamente con el nombre de zirconia o circona. La principal característica de este material es su elevada tenacidad debido a que su microestructura es totalmente cristalina y además posee un mecanismo de refuerzo denominado “transformación resistente”, “transformación de endurecimiento” o “robustecimiento de la transformación”. Este fenómeno descubierto por Garvie & cols. en 1975 consiste en que la circonia parcialmente estabilizada ante una zona de alto estrés mecánico como es la punta de una grieta sufre una transformación de fase cristalina, pasa de forma tetragonal a monoclinica, adquiriendo un volumen mayor. De este modo, se aumenta localmente la resistencia y se evita la propagación de la fractura. Por ello, al zirconio se le considera el “acero cerámico”. Estas excelentes características físicas han convertido a estos sistemas en los candidatos idóneos para elaborar: pernos radiculares prefabricados, pilares cerámicos para implantes en zonas muy exigentes desde el punto de vista estético, prótesis cerámicas en zonas de alto compromiso mecánico. Su alta resistencia permite prácticamente cualquier indicación, aunque

destacan la realización de coronas, puentes de 3-6 unidades y estructuras sobre implantes. Cada casa comercial realiza sus propios bloques para cada sistema CAD/CAM concreto, existiendo múltiples marcas comerciales de óxido de zirconio, como VITA In-Ceram® YZ CUBES, IPS e.max® ZirCAD, ZH-Blanks en KaVo EVEREST®, Cercon® Base en Cercon Smart Ceramics®, Procera® All Zirkon para Procera®, etc.

Estos bloques presentan un prensado isostático y una alta sinterización; y sólo pueden ser fresados por sistemas que tengan la capacidad de conversión, es decir, que la estructura una vez fresada es un 20-30% mayor que el resultado final cuando esté totalmente sinterizado a una temperatura de 1.300-1.500°C. De entre sus propiedades destacan su color blanco, su alta dureza (fuerza flexural de 1.200Mpa) y pureza (Zr) del 99,9%. Este tipo de cerámica se perfila como un material, de los más estables, muy prometedor para la fabricación de subestructuras de puentes tanto a nivel del sector anterior como posterior.<sup>11,14,15</sup>

- **SUPERFICIES DENTARIAS**

Las superficies dentarias son todas redondeadas, convexas o cóncavas; pero se les puede encuadrar en un cuerpo de 6 caras, orientadas en 6 direcciones. Así tenemos, tanto en la corona como en la raíz:

- CARA VESTIBULAR: mira hacia el vestíbulo bucal, por lo que es una cara libre.
- CARA PALATINA: presente en las piezas dentarias superiores, miran hacia el paladar; es una cara libre.
- CARA LINGUAL: corresponde a la palatina, pero ahora referida a los inferiores; cara libre.
- CARAS PROXIMALES: son aquellas que están en relación o mirando hacia las piezas vecinas. Son 2:
  - Cara mesial: si se acercan a la línea media.
  - Cara distal: si se aleja de la línea media.

No son caras libres
- CARA CERVICAL: es la que está orientada hacia el cuello de la pieza dentaria. Así, la cara cervical de la corona corresponde a la cervical de la raíz (es la que separa a ambas).
- CARA INCISAL: presente solo en las piezas dentarias anteriores, tanto superiores como inferiores, a nivel coronario.
- CARA OCLUSAL: es la superficie triturante de premolares y molares. Tanto la cara incisal como la oclusal toman contacto con el diente antagonista.
- ZONA APICAL: corresponde al vértice de la raíz. <sup>16,17</sup>

- **PREPARACIÓN DE DIENTES PILARES PARA CAD/CAM**

El tallado en prótesis para dientes en los que se utilizará esta tecnología no difiere mucho de las preparaciones convencionales. Especialmente hay que

tener cuidado en cumplir los grosores mínimos necesarios para garantizar la resistencia de las restauraciones cerámicas, y valorar que el espacio para los conectores cerámicos, en los puentes, sea suficiente para utilizar estos materiales. Con respecto al margen, los sistemas indican dos tipos de margen: hombro con ángulo interno redondeado ó Chamfer profundo/aplanado (con bordes redondeados). Se evitarán las espículas marginales producidas al profundizar en exceso el diamante con punta redonda y los hombros rectos quedan totalmente descartados ya que el escáner no puede leer ángulos agudos. Es importante no realizar ángulos rectos para facilitar la digitalización de la preparación, independientemente del proceso que el sistema utilice.

Las caras axiales presentarán una ligera convergencia hacia la cara oclusal, entre los 4° y 15°, valorando la retención que será mayor para una corona unitaria y no tanto para un pilar de puente. La profundidad de tallado deberá ser de 0,8-1,5 mm. La cara oclusal se tallará siguiendo la morfología de las cúspides, surcos y vertientes, pero de una forma más suave (más plana) y tallando las cúspides funcionales en dos vertientes. El tallado deberá ser de 1-1,5mm de profundidad. Las zonas retentivas pueden ser obturadas por el protésico con cera o resina. Todos los ángulos de la preparación deberán redondearse, evitando depresiones y cavidades profundas, para eliminar posibles puntos de estrés para la cerámica; las superficies han de estar bien pulidas para facilitar la digitalización del modelo en los procedimientos de laboratorio.<sup>13,15</sup>

- **PRECISIÓN MARGINAL:**

Se define ajuste o sellado marginal en prótesis fija como la exactitud con la que encaja una restauración de prótesis fija sobre una línea de terminación, previamente tallada en la porción cervical de la corona dentaria, mediante un instrumento rotatorio diamantado de alta velocidad. El ajuste marginal es uno de los criterios más importantes para el éxito a largo plazo de las restauraciones de prótesis fija, junto a otros criterios también importantes como son la resistencia a la fractura y la estética; siendo dicho ajuste marginal, ampliamente investigado en la literatura. Así discrepancias marginales entre 50 y 120  $\mu\text{m}$  se consideran clínicamente aceptables en relación a la longevidad de las restauraciones. Se ha sugerido como objetivo clínico, un rango de 20 a 40  $\mu\text{m}$  para la adaptación marginal de las restauraciones cementadas. En Odontología ha existido durante mucho tiempo una discusión acerca del grado de discrepancia marginal (dimensión vertical desde la línea de terminación de la preparación hasta el margen cervical de la restauración) aceptable, que no resulte en efectos deletéreos en la estructura dentaria o el tejido circundante. Se ha publicado un espacio marginal que oscile entre 10 y 500  $\mu\text{m}$ , con valores medios de 50 a 100  $\mu\text{m}$ ; se han encontrado incluso valores más altos para las discrepancias incisal/oclusal. La falta de sellado marginal posee manifestaciones clínicas que pueden aparecer aisladas o combinadas y que se clasifican en biológicas (afectan a la salud de los tejidos orales gingivales y dentarios), estéticas (consecuencia de las biológicas y que afectan al aspecto del paciente) y mecánicas (afectan a la integridad,

retención y durabilidad de las restauraciones), basadas estas últimas en la premisa de que cuanto mayor sea el contacto entre la superficie interna de la restauración y el diente, mayor será la retención. De este modo, cuando existen discrepancias marginales las descementaciones son más frecuentes. Por lo tanto, el desajuste de las restauraciones en prótesis fija puede afectar a la resistencia, a la fractura y reducir su longevidad, además, de otros conocidos efectos adversos, como la lesión de los tejidos adyacentes, la formación de caries en el margen o la disolución del agente cementante al quedar éste expuesto al entorno oral, permitiendo, dicho suceso, la percolación de bacterias, pudiendo ser una de las causas de inflamación pulpar e incluso de la necrosis de la misma. Todo ello puede desembocar en un fracaso de la restauración. El ajuste de una restauración puede definirse de forma más sencilla en términos de desajuste, medido en varios puntos entre la superficie interna o externa de la restauración y el diente pilar. Holmes describe, de forma sencilla, las diferentes medidas que analizan el desajuste de una restauración. Según Holmes, la mejor alternativa para medir el desajuste de una restauración parece ser la discrepancia marginal total, ya que siempre será la medida de error de más tamaño en el margen, y refleja, por tanto, el desajuste total en ese punto. La experiencia clínica y los datos empíricos determinan que el valor del ajuste marginal de una restauración no debe sobrepasar, en ningún caso, los 100  $\mu\text{m}$ .<sup>13,14</sup>

### 1.6.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:

- **CAD/CAM:** Las siglas CAD/CAM hacen referencia al diseño dirigido por ordenador/ fabricación dirigida por ordenador.<sup>13,14</sup>
- **Sistema CAD/CAM en Odontología:** Tecnología que permite realizar una restauración dental mediante el apoyo informático de diseño y un sistema de fresado automatizado que trabaja a sus órdenes.<sup>13,14</sup>
- **Componentes de la tecnología CAD/CAM:** Consta de las siguientes 3 fases: Digitalización, diseño y fresado mecanizado.<sup>10,13</sup>
- **Producción CAD-CAM:** Es el lugar donde se realiza la producción de las restauraciones, determina el procedimiento y protocolo de su fabricación. En odontología existen tres modalidades: en el consultorio, en el laboratorio y en un centro de producción.<sup>10,13</sup>
- **Sistema CAD/CAM Cerec:** Las siglas hacen referencia a términos anglosajones: Chairside Economical Restoration Esthetic Ceramics, es decir restauración cerámica de sustancia dentaria perdida.<sup>10,13,14</sup>
- **Materiales cerámicos para maquinado CAD/CAM:**  
Las cerámicas engloban una gran familia de materiales inorgánicos dentro del grupo de materiales no metálicos.<sup>10,11,14,15</sup>
- **Cerámicas feldespáticas:** Contienen exclusivamente los tres elementos básicos: feldespato, cuarzo y caolín. El feldespato, al descomponerse en vidrio, es el responsable de la translucidez de la porcelana. El cuarzo constituye la fase cristalina. El caolín confiere plasticidad y facilita el manejo de la cerámica cuando todavía no está cocida.<sup>13,14</sup>



- **Cerámicas aluminosas:** A la porcelana feldespática se incorporó cantidades importantes de óxido de aluminio reduciendo la proporción de cuarzo. El resultado fue un material con una microestructura mixta en la que la alúmina, al tener una temperatura de fusión elevada, permanecía en suspensión en la matriz. Estos cristales mejoraban extraordinariamente las propiedades mecánicas de la cerámica. <sup>13,14</sup>
- **Cerámicas zirconiosas:** Se perfilan como los materiales más estables. El zirconio, como elemento, está agrupado dentro de los metales en la tabla periódica, por ello va a gozar de las características propias de los metales en cuanto a resistencia, comportamiento óptico y químico se refiere. Es un metal blanco grisáceo, brillante y muy resistente a la corrosión. Es más ligero que el acero con una dureza similar a la del cobre. <sup>13,14</sup>
- **Preparación de dientes para CAD/CAM:** El tallado en prótesis para dientes en los que se utilizará esta tecnología no difiere mucho de las preparaciones convencionales. Especialmente hay que tener cuidado en cumplir los grosores mínimos necesarios para garantizar la resistencia de las restauraciones cerámicas. Con respecto al margen, los sistemas indican dos tipos de margen: hombro con ángulo interno redondeado ó Chamfer profundo/aplanado (con bordes redondeados). <sup>15</sup>
- **Precisión marginal:** Se define como el ajuste o sellado marginal en prótesis fija, como la exactitud con la que encaja una restauración de prótesis fija sobre una línea de terminación, previamente tallada en la porción cervical de la corona dentaria. <sup>1-9,10,13,14</sup>

- **Ajuste marginal:** Distancia más corta entre la cofia y la superficie del muñón.<sup>13</sup>
- **Discrepancia marginal horizontal:** Componente horizontal del ajuste marginal.<sup>13</sup>
- **Discrepancia marginal vertical:** Componente vertical del ajuste marginal.<sup>13</sup>
- **Discrepancia marginal absoluta:** Medida desde el margen de la cofia al ángulo cavo superficial del muñón.<sup>13</sup>
- **Discrepancia marginal total:** Medida de error de más tamaño en el margen, y refleja, por tanto, el desajuste total en ese punto.<sup>13</sup>
- **Adaptación interna:** Desajuste perpendicular medido entre la superficie interna de la cofia y la pared axial de la preparación.<sup>13</sup>

## 1.7. HIPÓTESIS

### 1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL:

Los materiales zirconiosos están relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.

### 1.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

- Los materiales zirconiosos están relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017, según superficies proximales.

- Los materiales zirconiosos están relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017, según caras libres.

### 1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES		CONCEPTO	TIPO	INDICADORES	ÍNDICES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>  MATERIALES ZIRCONIOSOS		LAS CERÁMICAS ZIRCONIOSAS SON LAS MÁS NOVEDOSAS, POR SU ALTA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN. EL DIÓXIDO DE ZIRCONIO ES UN COMPUESTO DEL ELEMENTO ZIRCONIO QUE APARECE EN LA NATURALEZA Y SE ESTABILIZA CON ITRIO Y SE ENRIQUECE CON ALUMINIO.	<b>CUALITATIVO DICOTÓMICO</b>	- ZIRCONIO US DENTAL DEPOT  - ZIRCONIO SIRONA	CARACTERÍSTICAS DE SU PROCEDENCIA DE FABRICACIÓN	<b>NOMINAL</b>
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> PRECISIÓN MARGINAL		EXACTITUD CON LA QUE ENCAJA UNA RESTAURACIÓN DE PRÓTESIS FIJA SOBRE UNA LÍNEA DE TERMINACIÓN.	<b>CUANTITATIVO CONTINUO</b>	0 - 150 micras	MEDIDAS DE SEPARACIÓN ENTRE LA CORONA Y EL DIENTE	<b>ORDINAL</b>
<b>C O V A R I A B L E S</b>	<b>CARAS PROXIMALES</b>	SUPERFICIES DENTALES QUE HACEN CONTACTO CON LOS DIENTES CONTIGUOS QUE FORMAN EL ARCO, MESIAL POR ESTAR MÁS CERCA DE LA LÍNEA MEDIA Y DISTAL POR ESTAR MÁS DISTANTE.	<b>CUALITATIVO DICOTÓMICO</b>	- MESIAL - DISTAL	UBICACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE LA CORONA	<b>NOMINAL</b>
	<b>CARAS LIBRES</b>	SUPERFICIES DENTALES QUE NO TIENEN CONTACTO CON LOS DIENTES VECINOS LLAMADAS VESTIBULAR O LABIAL Y LA OPUESTA ES LA CARA LINGUAL O PALATINA.	<b>CUALITATIVO DICOTÓMICO</b>	- VESTIBULAR - PALATINO	UBICACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE LA CORONA	<b>NOMINAL</b>

## **II. METODOLOGÍA**

**2.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:** Experimental in vitro.

**2.2. TIPO DE INVESTIGACION:** Transversal.

**2.3. NIVEL DE INVESTIGACION:** Correlacional.

**2.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:** Descriptivo

**2.5. POBLACIÓN Y MUESTRA:**

**2.5.1. POBLACIÓN:** No probabilística de primera intención.

**2.5.2. MUESTRA:** Muestreo por conveniencia: 40 registros de muñones

**2.6. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN**

### **2.6.1. CRITERIO DE INCLUSIÓN**

- Piezas dentarias premolares sanos, sin restauraciones ni caries.
- Piezas dentarias premolares de anatomía adecuada (cúspides definidas.)
- Reproducción de premolares en modelos de yeso en perfecto estado. (sin burbujas ni imperfecciones.)
- Reproducción de premolares en modelos de yeso con márgenes nítidos de la preparación.

### **2.6.2. CRITERIO DE EXCLUSIÓN**

- Piezas dentarias premolares con restauraciones y destrucción por caries.
- Piezas dentarias premolares de anatomía irregular o amorfa (con cúspides poco definidas por el desgaste oclusal.)
- Reproducción de premolares en modelos de yeso en mal estado.
- Reproducción de premolares en modelos de yeso sin márgenes nítidos de la preparación.

## **2.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:**

Se utilizará una ficha de recolección de datos, para recabar la información de las piezas dentarias que serán sometidas al procedimiento de estudio (**ANEXO N° 1**).

## **2.8. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

### **2.8.1. VALIDEZ**

Para la validez del instrumento se solicitará a profesionales y especialistas calificados con trayectoria en la cátedra y son los siguientes:

- Especialista en el área de Rehabilitación Oral.
- Magister en Estomatología.
- Docente en el área de Investigación.

A quienes se les entregará una ficha de recolección de datos (**ANEXO N°1**), una ficha de juicio de expertos (**ANEXO N°2**), y la matriz de consistencia (**ANEXO N°3**), para la validez del instrumento.

### **2.8.2. CONFIABILIDAD**

Para la confiabilidad del instrumento se hará una prueba piloto tomando una pequeña muestra representativa de 10 piezas dentarias; así mismo se hará uso de una ficha de recolección de datos.

## **2.9. PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA PROBAR LAS HIPÓTESIS**

Se entregó una carta de presentación al Gerente de la Clínica Dental Imagen (**ANEXO N°4**), para el permiso del uso de su laboratorio con tecnología CAD/CAM Cerec Inlab Sirona®, con el propósito de comparar los materiales

zirconiosos relacionados a la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM. Dicho propósito se llevó a cabo de la siguiente manera: seleccionamos 20 premolares sanos, los cuales fueron sumergidos durante una semana en solución salina al 2% y se les cortó los ápices con un disco de carburo refrigerado para evitar su desecación. Los dientes se colocaron en bloques plásticos prefabricados, para luego vaciarlos en acrílico transparente autopolimerizable, dándole de esta manera soporte y estabilidad. Se realizó el tallado o la preparación de los dientes utilizando una fresa troncocónica de extremo plano, con un diámetro de 1mm de punta activa y con granulometría verde para conseguir una reducción proximal, vestibular y lingual de 1 mm y 1.5 mm en oclusal y a 0,5mm de la unión cemento adamantina y con un hombro redondeado (Hombro Tipo Chamfer), las superficies se tallaron de modo que no sean retentivas y sin aristas agudas que pudieran comprometer el tallado final del sistema CAD CAM ya que dicho sistema no puede replicar estas características. Obtenido el diente preparado, hemos tomamos impresiones de las piezas talladas con silicona por condensación en una cubeta parcial de acero para no deformar la impresión y conservar una mejor anatomía, luego se usó silicona fluida para la impresión adecuada del hombro. Posteriormente se realizó el vaciado de las impresiones con yeso extraduro tipo 4. Dispensamos el material directamente en la impresión, obteniendo un vaciado uniforme y directo, a una vibración constante para evitar la formación de burbujas. Los modelos no tuvieron imperfecciones, por lo tanto, no alteraron la réplica exacta de las piezas talladas. Se obtuvo 40 muñones preparados y replicados en yeso, los clasificamos de la siguiente manera: 20 muñones se enumeraron del 1-20 (grupo Sirona) y los otros 20 muñones replicados en yeso se enumeraron del I-

XX (grupos Us Dental Depot), los cuales fueron sometidos a la unidad de captación de imagen o escáner extraoral Ineos X5 del sistema CAD/CAM Cerec Inlab(Sirona), la cual obtuvo las imágenes tridimensionales de las preparaciones dentales, posteriormente en el software inLab SW 15.1 diseñamos los modelos virtuales, siguiendo los pasos del programa y conseguimos los diseños digitales; los cuales se exportaron al software inLab CAM SW 16.0, permitiendo fresar o tallar el diseño digital por medio del inLab MCX5; de las 40 muestras replicadas en yeso 20 fueron fresadas en un disco de zirconio de la marca Us Dental Depot de procedencia china y las otras 20 serán fresadas con un disco de zircocio de la marca Sirona de procedencia alemana; luego se procedió de la misma manera con las réplicas en yeso, obteniendo físicamente lo diseñado. Continuamos con la adaptación correspondiente entre las coronas y los dientes preparados y realizamos líneas utilizando marcadores indelebles en 4 superficies del diente: por vestibular de color rojo, palatino color verde, mesial color azul y distal color negro. Y sostuvimos las cofias sobre los dientes preparados con una sargenta, que se empleó como un dispositivo de presión sostenida bajo una carga de 1kg Fuerza.

Finalmente, para la evaluación microscópica se entregó una carta de presentación al Director de la Escuela Profesional de Odontología de la Universidad Peruana los Andes (**ANEXO N°5**), quien otorgó permiso para el uso del laboratorio y estereomicroscopio, permitiendo medir la discrepancia vertical entre las cofias y los dientes, y así comparar la precisión marginal de los materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM. La estereomicroscopía de todas las muestras se realizó a una magnificación de 70x y fueron fotografiadas con una cámara

CANNON REBEL T3 con un lente objetivo de 55 mm. Por último, las fotografías fueron analizadas a través del SOFTWARE AXIOVISION SE64. (ANEXO N° 6)

## **2.10. TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS**

Para la elaboración del procesamiento de datos se usó del programa Microsoft Office Excel para crear la base de datos obtenidos del estudio, para luego ser procesado en el paquete estadístico SPSS versión 24 en español.

### **PLAN DE ANALISIS E INTERPRETACION:**

#### **PLAN DE ANÁLISIS**

##### **- Análisis Descriptivo:**

La información se presentó en tablas y gráficos descriptivos, demostrando la media, la mediana, la desviación estándar y los valores mínimos y máximos.

##### **- Análisis Inferencial:**

Para el análisis inferencial se utilizó las pruebas de Normalidad y T de Student para muestras independientes

##### **- Paquete estadístico:**

El paquete estadístico que se empleó en el proyecto es el SPSS versión 24 en español.

## **2.11. CONSIDERACIONES ÉTICAS:**

No se empleó el formato de consentimiento informado por ser un estudio de laboratorio.



## CAPÍTULO III

### RESULTADOS

El estudio estuvo conformado por 40 muñones de dientes, los cuales fueron procesados con el sistema Cad Cam. El material empleado fue de tipo zirconioso en las siguientes marcas: Us Dental Depot y Sirona; las que posteriormente fueron evaluadas para determinar su precisión marginal.

**Tabla 01**

Distribución de promedios de la precisión marginal en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.

Tipo de material	Min	Max	Promedio	DE	Media	Mediana
US dental	23.1	60.8	39.31	9.53	39.31	39.32
Sirona	18	45.50	31.41	7.91	31.64	34.25

**Fuente:** Ficha de recolección de datos

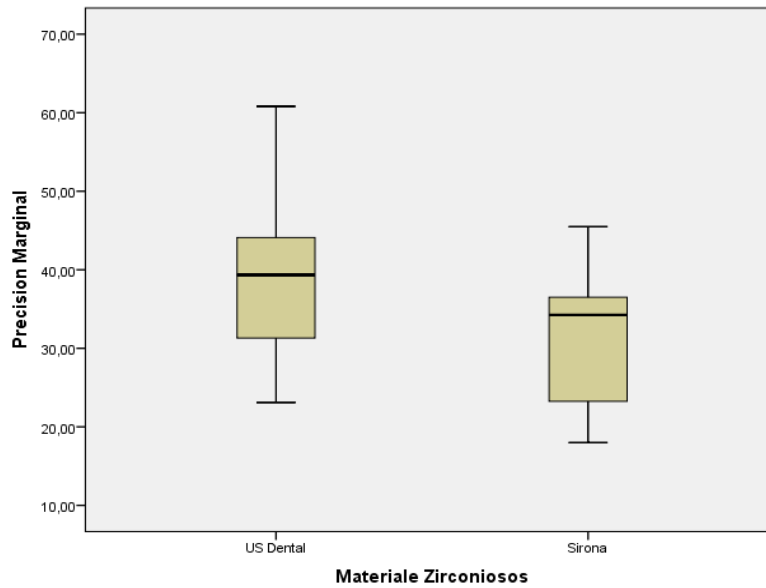
**Min.:** mínimo

**Max.:** máximo

**D.E:** desviación estándar

**Grafico 01**

Distribución de promedios de precisión marginal en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.



**Fuente:** Ficha de recolección de datos

Interpretación: Encontrándose US DENTAL con un valor mínimo de 23.1 $\mu$ m y máximo 60.8 $\mu$ m, con un promedio de 39.31 $\mu$ m, desviación estándar de 9.53 $\mu$ m, media de 39.31 $\mu$ m y mediana 39.32 $\mu$ m. Respecto a SIRONA el mínimo valor encontrado fue de 18 $\mu$ m y máximo de 45.5 $\mu$ m, con un promedio de 39.31 $\mu$ m, desviación estándar de 7.91 $\mu$ m, media de 31.64 $\mu$ m y mediana de 34,25 $\mu$ m. (Tabla 01 Y Gráfico 01).

Aplicación del test de normalidad por ser menos de 50 datos

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Promedio US Dental	,099	20	,200*	,973	20	,824
SIRONA	,217	20	,014	,918	20	,092

Con un nivel de significancia mayor a 0.05, se concluye que los datos analizados tienen una distribución normal y si se desea hacer comparaciones se utiliza una estadística paramétrica de T de Student para muestras independientes. Según las siguientes características; el estudio fue transversal por que se evaluó en un solo momento, siendo la variable fija aleatoria numérica con muestras independientes de dos grupos.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Precisión Marginal	Se han asumido varianzas iguales	,237	,629	2,770	38	,009	7,67250	2,76946	2,06602	13,27898
	No se han asumido varianzas iguales			2,770	36,778	,009	7,67250	2,76946	2,05990	13,28510

Si existe una diferencia significativa con un  $p= 0.009$ , los materiales zirconiosos difieren en la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.

**Tabla 02**

Distribución de promedios de precisión marginal (cara mesial) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.

Tipo de material	Min	Max	Promedio	DE	Media	Mediana
US dental	28.0	92.0	39.15	22.82	39.15	30.00
Sirona	18	52,00	29.90	12.07	29.90	28.00

**Fuente:** Ficha de recolección de datos

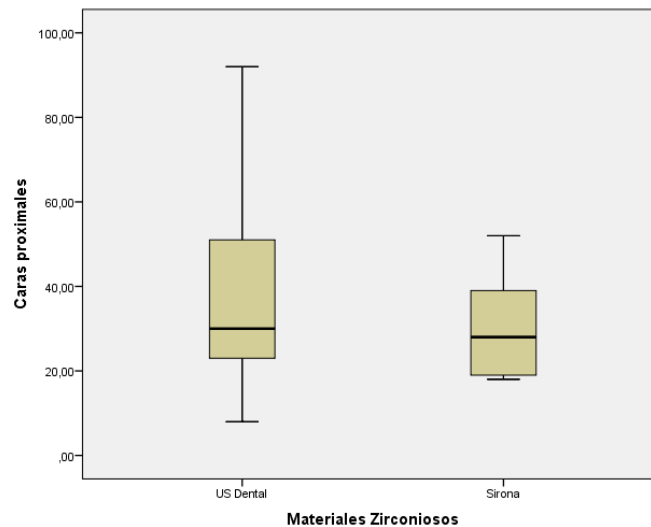
**Min.:** mínimo

**Max.:** máximo

**D.E:** desviación estándar

## Grafico 02

Distribución de promedios de precisión marginal (cara mesial) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.



**Fuente:** Ficha de recolección de datos

Interpretación: Encontrándose a nivel de la cara mesial US DENTAL con un valor mínimo de 28.0μm y máximo 92.0μm, con un promedio de 39.15μm, desviación estándar de 22.82μm, media de 39.15μm y mediana 30.0μm. Respecto a SIRONA el mínimo valor encontrado fue de 18μm y máximo de 52.0μm, con un promedio de 29.90μm, desviación estándar de 12.07μm, media de 29.90μm y mediana de 28.00μm.

**(Tabla 02 Y Gráfico 02).**

Aplicación del test de normalidad por ser menos de 50 datos

### Pruebas de normalidad

Superficies Dentales	Materiales Zirconiosos	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Caras proximales	US Dental	,189	20	,059	,896	20	,035
	Sirona	,262	20	,001	,838	20	,003

Con un nivel de significancia menor a 0.05, en US Dental y Sirona se concluye que los datos analizados no tienen una distribución normal y si se desea hacer comparaciones se utiliza una estadística paramétrica de T de Student para muestras independientes. Según las siguientes características; El estudio fue transversal por que se evaluó en un solo momento, siendo la variable fija aleatoria numérica con muestras independientes de dos grupos.

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
	F	Sig.	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
								Inferior	Superior	
Caras proximales	Se han asumido varianzas iguales	7,247	,011	1,602	38	,117	9,25000	5,77441	-2,43969	20,93969
	No se han asumido varianzas iguales			1,602	28,867	,120	9,25000	5,77441	-2,56237	21,06237

Si existe una diferencia significativa con un  $p = 0.011$ , a nivel mesial de los materiales zirconiosos que difieren en la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.

**Tabla 03**

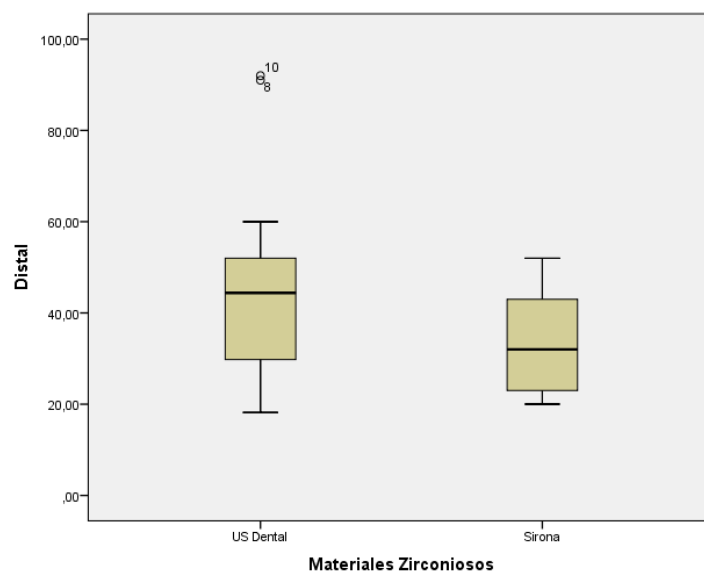
Distribución de promedios de precisión marginal (cara distal) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017

Tipo de material	Min	Max	Promedio	DE	Media	Mediana
US dental	18.2	92.0	40.28	20.15	44.38	44.40
Sirona	20.0	52.0	33.24	11.16	33.24	32.00

**Fuente:** Ficha de recolección de datos  
**Min.:** mínimo  
**Max.:** máximo  
**D.E:** desviación estándar

**Grafico 03**

Distribución de promedios de precisión marginal (cara distal) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.



Interpretación: Encontrándose a nivel de la cara Distal US DENTAL con un valor mínimo de 18.2 $\mu$ m y máximo 92.0 $\mu$ m, con un promedio de 40.28 $\mu$ m, desviación estándar de 20.15 $\mu$ m, media de 44.38 $\mu$ m y mediana 44.40 $\mu$ m. Respecto a SIRONA el mínimo valor encontrado fue de 20.0 $\mu$ m y máximo de 52.0 $\mu$ m, con un promedio de 33.24 $\mu$ m, desviación estándar de 11.16 $\mu$ m, media de 33.24 $\mu$ m y mediana de 32.0 $\mu$ m.

**(Tabla 03 Y Gráfico 03).**

Aplicación del test de normalidad por ser menos de 50 datos

Pruebas de normalidad							
	Materiales Zirconiosos	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Distal	US Dental	,140	20	,200*	,886	20	,022
	Sirona	,146	20	,200*	,897	20	,037

Con un nivel de significancia mayor a 0.05, en US dental y sirona se concluye que los datos analizados tienen una distribución normal y si se desea hacer comparaciones se

utiliza una estadística paramétrica de T de Student para muestras independientes.

Según las siguientes características; El estudio fue transversal por que se evaluó en un solo momento, siendo la variable fija aleatoria numérica con muestras independientes de dos grupos.

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Se han asumido varianzas iguales	2,354	,133	2,162	38	,037	11,14000	5,15257	,70917	21,57083
Distal No se han asumido varianzas iguales			2,162	29,647	,039	11,14000	5,15257	,61179	21,66821

Si existe una diferencia significativa con un  $p= 0.037$ , a nivel Distal de los materiales zirconiosos que difieren en la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.

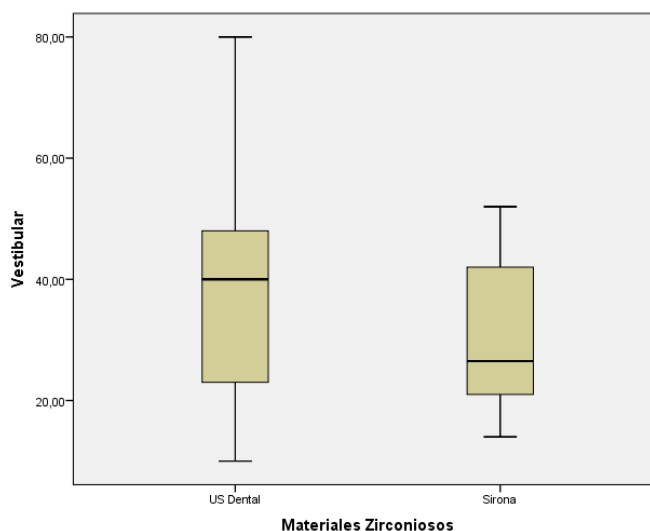
**Tabla 04**

Distribución de promedios de precisión marginal (cara vestibular) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017

Tipo de material	Min	Max	Promedio	DE	Media	Mediana
US dental	10.0	80.0	37.37	16.79	37.37	40.0
Sirona	14.0	52.0	30.75	11.78	30.75	26.5

**Grafico 04**

Distribución de promedios de precisión marginal (cara vestibular) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017



Interpretación: Encontrándose a nivel de la cara Vestibular US DENTAL con un valor mínimo de 10.0 $\mu\text{m}$  y máximo 80.0 $\mu\text{m}$ , con un promedio de 37.37 $\mu\text{m}$ , desviación estándar de 16.79 $\mu\text{m}$ , media de 37.37 $\mu\text{m}$  y mediana 40.0 $\mu\text{m}$ . Respecto a SIRONA el mínimo valor encontrado fue de 14 $\mu\text{m}$  y máximo de 52.0 $\mu\text{m}$ , con un promedio de 30.75 $\mu\text{m}$ , desviación estándar de 11.78 $\mu\text{m}$ , media de 30.75 $\mu\text{m}$  y mediana de 26.5 $\mu\text{m}$ .

**(Tabla 04 Y Gráfico 04).**

Aplicación del test de normalidad por ser menos de 50 datos

Pruebas de normalidad							
	Materiales Zirconiosos	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Vestibular	US Dental	,120	20	,200 <sup>*</sup>	,947	20	,320
	Sirona	,187	20	,064	,911	20	,066



Con un nivel de significancia mayor a 0.05, en US dental y sirona se concluye que los datos analizados tienen una distribución normal y si se desea hacer comparaciones se utiliza una estadística paramétrica de T de Student para muestras independientes. Según las siguientes características; El estudio fue transversal por que se evaluó en un solo momento, siendo la variable fija aleatoria numérica con muestras independientes de dos grupos

#### Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
	F	Sig.	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
								Inferior	Superior	
Vestibular	Se han asumido varianzas iguales	1,879	,178	1,443	38	,157	6,62000	4,58687	-2,66564	15,90564
	No se han asumido varianzas iguales			1,443	34,059	,158	6,62000	4,58687	-2,70105	15,94105

No existe una diferencia significativa con un  $p= 0.178$ , a nivel Vestibular de los materiales zirconiosos que difieren en la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.

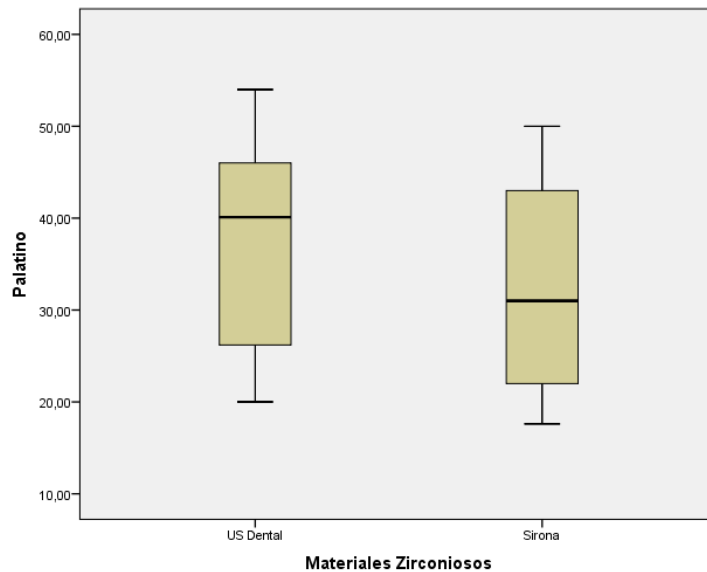
**Tabla 05**

Distribución de promedios de precisión marginal (cara Palatina) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017

Tipo de material	Min	Max	Promedio	DE	Media	Mediana
US dental	20.0	54.0	36.31	11.13	36.31	40.10
Sirona	17.60	50.0	32.68	11.19	32.68	31.00

### Grafico 05

Distribución de promedios de precisión marginal (cara palatina) en materiales zirconiosos usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017



Interpretación: Encontrándose a nivel de la cara Vestibular US DENTAL con un valor mínimo de 20.0 $\mu$ m y máximo 54.0 $\mu$ m, con un promedio de 36.31 $\mu$ m, desviación estándar de 11.13 $\mu$ m, media de 36.31 $\mu$ m y mediana 40.10 $\mu$ m. Respecto a SIRONA el mínimo valor encontrado fue de 17.60 $\mu$ m y máximo de 50.0 $\mu$ m, con un promedio de 30.75 $\mu$ m, desviación estándar de 11.19 $\mu$ m, media de 32.68 $\mu$ m y mediana de 31.0 $\mu$ m.

(Tabla 05 Y Gráfico 05).

Aplicación del test de normalidad por ser menos de 50 datos

Pruebas de normalidad							
	Materiales Zirconiosos	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Palatino	US Dental	,195	20	,044	,908	20	,057
	Sirona	,197	20	,040	,900	20	,041

Con un nivel de significancia menor a 0.05, en US dental y sirona se concluye que los datos analizados no tienen una distribución normal y si se desea hacer comparaciones se utiliza una estadística paramétrica de T de Student para muestras independientes. Según las siguientes características: el estudio fue transversal por que se evaluó en un solo momento, siendo la variable fija aleatoria numérica con muestras independientes de dos grupos.

#### Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Palatino									
Se han asumido varianzas iguales	,001	,971	1,028	38	,310	3,63000	3,53058	-3,51729	10,77729
No se han asumido varianzas iguales			1,028	37,999	,310	3,63000	3,53058	-3,51730	10,77730

No existe una diferencia significativa con un  $p = 0.971$ , a nivel palatino de los materiales zirconiosos que difieren en la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El estudio estuvo conformado por 40 muñones que fueron procesados con el sistema CAD/CAM para evaluar la precisión marginal utilizando materiales zirconiosos.

En la literatura revisada, se denomina que dentro de las cualidades deseadas para la rehabilitación oral es “la precisión marginal”, “la adaptación marginal” o “el sellado marginal”; sin embargo, experimentalmente se mide todo lo contrario: el desajuste marginal, la desadaptación marginal o la discrepancia marginal, que es el espacio entre el diente y la restauración.

Loarte M. y Colaboradores (2017)<sup>13</sup>, evaluaron la adaptación de cofias metálicas con la técnica convencional y el sistema CAD/CAM, donde obtuvieron como resultado los valores mínimos de 19.05 micras y valores máximos de 118,36 micras. Y en este estudio se obtuvo como resultado de la desadaptación con un valor mínimo de 18 micras y un valor máximo de 60.8 micras. Dichos resultados son similares respecto al valor mínimo, ya que ambos evalúan la discrepancia vertical; y difieren respecto al valor máximo, debido a que en éste estudio sólo se midió la discrepancia vertical, mientras que el resultado máximo de Loarte M. y Colaboradores (2017) fue de una discrepancia interna.

Juárez A. y colaboradores (2011), compararon la adaptación marginal entre dos sistemas de zirconia, dónde encontraron que el promedio de la adaptación marginal de

la marca LAVA fue de 19,7 micras con una desviación estándar de 5,4; mientras que el promedio de la marca ZIRKON ZAHN fue de 28,1 micras y una desviación estándar de 3,3. Los cuales difieren con los resultados de este estudio, los cuales se obtuvieron como promedios de discrepancia marginal en la marca US DENTAL DEPOT 39,31 micras con una desviación estándar de 9,53 y en la marca SIRONA se obtuvo un promedio de 31,41 micras con una desviación estándar de 7,91. Ésta diferencia se debió al método empleado en la evaluación de la precisión marginal, ya que en el estudio de Juárez A. y colaboradores (2011), se hicieron las mediciones con aproximaciones de 5 micras, mientras que en esta investigación se empleó un software especial de análisis de imágenes, los cuales produjeron resultados más precisos.

Moreno M, y Colaboradores (2012), compararon la adaptación marginal de copias metálicas entre dos sistemas; el convencional y el asistido por computador; demostrando que la mediana obtenida de la discrepancia marginal de todas las superficies realizadas por el sistema CAD/CAM fue de 37,46 micras; éstos resultados son similares al presente estudio, ya que se obtuvo como mediana en la marca US DENTAL DEPOT un valor de 39,31 micras y en la marca SIRONA 31,64 micras, tales similitudes pueden deberse a que ambos estudios fueron procesados y maquinados por el mismo sistema asistido por computador (CAD/CAM), de la marca CEREC INLAB.

Escalona L. y Colaboradores (2015), compararon la adaptación marginal de copias en disilicato de litio utilizando tres sistemas de sellado; al analizar las cuatro superficies de adaptación (mesial, distal, vestibular y palatino) obtuvieron que; la media de la desadaptación marginal en la superficie mesial fue de 51,6 micras, distal 68,6 micras,

vestibular 53,6 micras y palatina 68,3 micras, siendo de éstos resultados la superficie distal la que obtuvo mayor media en discrepancia marginal. Mientras que en este estudio la media de la desadaptación marginal en la superficie mesial de la marca US DENTAL DEPOT fue de 39,15 micras, distal 44,38 micras, vestibular 37,37 micras y en palatina 36,31 micras, como también en la marca SIRONA la media de la desadaptación marginal en la superficie mesial fue de 29,9 micras, en distal 33,24 micras, en vestibular 30,75 micras y en palatina 32,68 micras. Los resultados de las medias obtenidas de ambas investigaciones, muestran diferencias significativas, que pudieron estar relacionadas al material de vaciado que se empleó en ambos estudios. En el trabajo presentado por Escalona L. y Colaboradores (2015) hicieron un vaciado con una resina epóxica (BREDENT), mientras que en el presente estudio se utilizó Yeso extraduro tipo VI (Fuji Rock), y ha sido demostrado que el yeso presenta un crecimiento continuo y expansión progresiva, lo cual influye en el ajuste y asentamiento de la restauración en el modelo. Además, ambos estudios manifiestan similitudes respecto a la superficie con mayor desadaptación marginal, coincidiendo que dicha superficie es la distal, presentando mayores resultados de desadaptación debido a la localización de ésta superficie, ya que como su mismo nombre lo menciona está más alejada del punto de origen; por lo tanto, esto presenta mayores dificultades en la toma de impresión o del registro del tallado.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

- La marca comercial SIRONA presentó una mejor precisión marginal al obtener valores desde 18  $\mu\text{m}$  hasta 45.5  $\mu\text{m}$ . respecto al material zirconioso de marca comercial US DENTAL DEPOT, que presentó valores entre 23.1  $\mu\text{m}$  y 60.8  $\mu\text{m}$ . con una distribución normal, existiendo una diferencia significativa con un  $p=0.009$ ; por lo tanto, los materiales zirconiosos difieren en la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.
- Se evaluó los promedios de precisión marginal en las superficies proximales mesial y distal, encontrándose que a nivel mesial de la marca comercial US DENTAL DEPOT se obtuvo un promedio de 39.15 $\mu\text{m}$  y en SIRONA 29.90 $\mu\text{m}$ ; mientras que en distal de la marca comercial US DENTAL DEPOT se obtuvo un promedio de 40.28 $\mu\text{m}$  y SIRONA 33.24 $\mu\text{m}$ . Con una distribución normal en mesial  $p=0.009$  y a nivel distal no significativo  $p=0.037$ , usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.
- Se conoció los promedios de precisión marginal en las caras libres vestibulares y palatinas, encontrándose que a nivel vestibular de la marca comercial US DENTAL DEPOT un promedio de 37.37 $\mu\text{m}$  y en SIRONA 30.75 $\mu\text{m}$ ; mientras que a nivel de la superficie palatina de la marca US DENTAL DEPOT se obtuvo un promedio de 36.31 $\mu\text{m}$  y en SIRONA 30.75 $\mu\text{m}$ . Con un nivel de significancia mayor a 0.05, en la superficie vestibular, como también en palatino con un nivel de significancia menor a 0.05, en la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.

## **CAPÍTULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

- Se sugiere realizar estudios donde se determine la discrepancia marginal absoluta de las superficies distales, ya que presentaron los valores más altos de desadaptación.
  
- Recomendamos comparar los métodos de registro del tallado, entre un registro directo con escáner óptico del sistema CAD/CAM y uno indirecto a través de una impresión convencional, para determinar la mayor exactitud de la réplica en estudio.
  
- Se debe de realizar una evaluación de la exactitud dimensional de los materiales elastómeros de adición y condensación llevados al sistema CAD/CAM.
  
- Emplear otros métodos de lectura, como el sistema electrónico de barrido, para producir imágenes de alta resolución de la superficie de una muestra utilizando las interacciones electrón-materia.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Jiménez M, Sandoval F, Rodríguez E. Comparación de la precisión marginal de cofias de zirconia entre los sistemas CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®), CAD/CAM Zirkonzahn (Zirkonzahn®) y sistema pantográfico Zirkograph 025 ECO (Zirkonzahn®). *Revista Odontológica Mexicana*. 2015; 19(4): 240-245.
2. Urdaneta M, Yáñez L, Torres B, Vega A, Urdaneta O. Incrustaciones de porcelana por el método CAD/CAM. *Ciencia Odontológica*. 2012; 9(2): 123-130.
3. Caparroso C, Marín D, Echevarría A. Adaptación marginal y ajuste interno en estructuras de Zirconia – Ytria elaboradas con el sistema CAD/CAM PROCERA® CEREC IN-LAB SIRONA®. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquía*. 2011; 22(2): 186-195.
4. Escalona L, Ocampo A, Guillermo J. Comparación de la adaptación marginal de cofias en Disilicato de Litio inyectado, utilizando 3 sistemas de sellado: dos ceras para patrones y patrones elaborados mediante técnica CAD/CAM. *Rev Odontos*. 2015; 45: 7-16.
5. Moreno M, Vence M, Vivas M, Torres E. Comparación de la adaptación marginal de cofias coladas en metal base utilizando técnicas de sellado marginal manual y asistida por computador. *Rev Odontos*. 2012; 40: 22-34.
6. Abad J, Castro O, Vargas S, Torres E. Comparación de la adaptación marginal de cofias elaboradas en cuatro tipos de máquinas de colado. *Rev Odontos*. 2014; 43:6-15.
7. Bonilla L, Guzmán L, Nafi D, Mejía M. Comparación de la resistencia Compresiva de Coronas en dos materiales de cerámica vítrea: disilicato y silicato. *Revista Colombiana de Investigación en Odontología*. 2015; 6(16): 8-15.

8. Loarte M, Flores Y, Ladrón C, Requena S, Castillo D, Quintana M. Adaptación de cofias metálicas confeccionadas con dos técnicas: cera perdida colada por centrifugación convencional y fresado de bloque bando en CAD/CAM. Rev Estomatológica Heredina. 2017; 27(3): 163-175.
9. Juárez A, Barceló F, Ríos E. Comparación de la adaptación marginal y microfiltración entre dos sistemas de zirconia, con un mismo medio cementante. Revista Odontológica Mexicana. 2011; 15(2): 103-108.
10. Caparroso C, Durán J. Cerámicas y sistemas para restauración CAD/CAM. Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquía. 2010; 22(1): 88-108
11. Witkowski S. Biocerámicas de alta tecnología para el futuro. Quintessence Técnica. 2006;17(7):381-391.
12. Anitua E, Gasteiz V. Sistema BIO CAD/CAM: Estructuras mecanizadas en frío sobre Multi-Im. Dental Dialogue. 2012; 1: 1-15
13. Romeo M. Estudio comparativo de ajustes en prótesis fija cerámica entre sistemas CAD/CAM e inyectado. [Tesis Doctoral] Universidad complutense de Madrid. 2009.
14. Euan R. Evaluación del ajuste marginal de coronas de zirconio fabricadas con dos diferentes diseños de línea de terminación. [Tesis Doctoral]. Universidad Internacional de Catalunya. 2014.
15. Pegoraro L. Prótesis Fija. 1º Ed. Sao Paulo: Editora Artes Médicas Ltda; 2001. p. 60-65.
16. Figun E. Anatomía Odontológica Funcional y Aplicada. 2º Ed. Buenos Aires: Editorial El Ateneo; 2009.p. 255-260.
17. Rojas M. Anatomía dental. 2º Ed. México: El Manual Moderno;2009.

# ANEXOS

ANEXO N° 1

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N°

“MATERIALES ZIRCONIOSOS RELACIONADOS CON LA PRECISIÓN MARGINAL USANDO EL SISTEMA CAD/CAM EN LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - HUANCAYO 2017.”

• 1. CARAS PROXIMALES:

MESIAL

DISTAL

• 2. CARAS LIBRES:

VESTIBULAR

PALATINO

• 3. MATERIALES ZIRCONIOSOS:

MARCA COMERCIAL	ZIRCONIO “SIRONA”	
	ZIRCONIO “US DENTAL DEPOT”	

• 4. PRECISIÓN MARGINAL:

..... μm

Observaciones y sugerencias:

---

---

---

---

## ANEXO N°2

### FICHA PARA EL JUICIO DE EXPERTOS

Experto: Hg. Mercedes Rosario Canchañ Cases

Cargo: Docente en Investigación

**Instrucciones:**

A continuación, usted tiene columnas enumeradas por cuadros para evaluar cada una de las variables de la ficha de recolección de datos respectivamente en seis aspectos diferentes:

Marque en el espacio en blanco para cada variable con un check si no le encuentra ninguna objeción o una x si tiene que modificarse en ese aspecto la variable. La modificación que deba realizarse podrá ser detallada al final en el espacio de observaciones y sugerencias.

Nº	VARIABLES	1 CARAS PROXIMALES	2 CARAS LIBRES	3 MATERIALES ZIRCONIOSOS	4 PRECISIÓN MARGINAL
1	¿Esta variable alcanza el objetivo planteado en el estudio?	✓	✓	✓	✓
2	¿La variable está formulada en forma clara?	✓	✓	✓	✓
3	¿El orden de esta variables es el adecuado?	✓	✓	✓	✓
4	¿La redacción de ésta variable es entendible o coherente con el propósito del estudio?	✓	✓	✓	✓
5	¿El contenido de esta variable corresponde con el propósito del estudio?	✓	✓	✓	✓
6	¿El vocabulario de esta variable es el adecuado?	✓	✓	✓	✓

**Observaciones y sugerencias:**

---



---



---

  
  
 CIRUJANO DENTISTA  
 C.O.P. 13779

### FICHA PARA EL JUICIO DE EXPERTOS

Experto: Dr. Giovanni Manuel Ramírez Espinoza  
 Cargo: Docente Universitario

**Instrucciones:**

A continuación, usted tiene columnas enumeradas por cuadros para evaluar cada una de las variables de la ficha de recolección de datos respectivamente en seis aspectos diferentes:

Marque en el espacio en blanco para cada variable con un check si no le encuentra ninguna objeción o una x si tiene que modificarse en ese aspecto la variable. La modificación que deba realizarse podrá ser detallada al final en el espacio de observaciones y sugerencias.

Nº	VARIABLES	1 CARAS PROXIMALES	2 CARAS LIBRES	3 MATERIALES ZIRCONTOSOS	4 PRECISIÓN MARGINAL
1	¿Esta variable alcanza el objetivo planteado en el estudio?	/	/	/	/
2	¿La variable está formulada en forma clara?	/	/	/	/
3	¿El orden de esta variables es el adecuado?	/	/	/	/
4	¿La redacción de ésta variable es entendible o coherente con el propósito del estudio?	/	/	/	/
5	¿El contenido de esta variable corresponde con el propósito del estudio?	/	/	/	/
6	¿El vocabulario de esta variable es el adecuado?	/	/	/	/

**Observaciones y sugerencias:**


---



---



---

  
 Dr. Giovanni M. Ramírez Espinoza  
 CHILLANO DENTISTA  
 CIP. REGISTRO DENT. CHILL. Nº 14688  
 09/05/2008

### FICHA PARA EL JUICIO DE EXPERTOS

Experto: Dr. ORLANDO NÚÑEZ SAMAÑEC MADAC

Cargo: DOCENTE PRE Y POSTGRADO.

**Instrucciones:**

A continuación, usted tiene columnas enumeradas por cuadros para evaluar cada una de las variables de la ficha de recolección de datos respectivamente en seis aspectos diferentes:

Marque en el espacio en blanco para cada variable con un check si no le encuentra ninguna objeción o una x si tiene que modificarse en ese aspecto la variable. La modificación que deba realizarse podrá ser detallada al final en el espacio de observaciones y sugerencias.

Nº	VARIABLES	1 CARAS PROXIMALES	2 CARAS LIBRES	3 MATERIALES ZIRCONIOSOS	4 PRECISIÓN MARGINAL
1	¿Esta variable alcanza el objetivo planteado en el estudio?	✓	✓	✓	✓
2	¿La variable está formulada en forma clara?	✓	✓	✓	✓
3	¿El orden de esta variables es el adecuado?	✓	✓	✓	✓
4	¿La redacción de ésta variable es entendible o coherente con el propósito del estudio?	✓	✓	✓	✓
5	¿El contenido de esta variable corresponde con el propósito del estudio?	✓	✓	✓	✓
6	¿El vocabulario de esta variable es el adecuado?	✓	✓	✓	✓

**Observaciones y sugerencias:**

---



---



---

  
 ORLANDO NÚÑEZ SAMAÑEC  
 RNE 0179

ANEXO N° 3

**TÍTULO: MATERIALES ZIRCONIOSOS RELACIONADOS CON LA PRECISIÓN MARGINAL USANDO EL SISTEMA CAD/CAM EN LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES – HUANCAYO 2017.**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b></p> <p>¿Los materiales zirconiosos están relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b></p> <p>¿Los materiales zirconiosos están relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017, según caras proximales?</p> <p>¿Los materiales zirconiosos están relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017, según caras libres?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>Comparar materiales zirconiosos relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>- Evaluar materiales zirconiosos relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017, según caras proximales .</p> <p>- Conocer materiales zirconiosos relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017, según caras libres</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b></p> <p>Los materiales zirconiosos están relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes -Huancayo 2017.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</b></p> <p>Los materiales zirconiosos están relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017, según caras proximales .</p> <p>Los materiales zirconiosos están relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017, según caras libres.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p> <p>MATERIALES ZIRCONIOSOS</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b></p> <p>PRECISIÓN MARGINAL</p> <p><b>COVARIABLES:</b></p> <p>CARAS PROXIMALES</p> <p>CARAS LIBRE</p>	<p>- ZIRCONIO SIRONA (ALEMANIA)</p> <p>- ZIRCONIO US DENTAL DEPOT (CHINA)</p> <p>10 - 100 µm</p> <p>- MESIAL</p> <p>- DISTAL</p> <p>- VESTIBULAR</p> <p>- PALATINO</p> <p>O LINGUAL</p>	<p><b>METODO:</b> Experimental in vitro</p> <p><b>TIPO:</b> Transversal.</p> <p><b>NIVEL:</b> Correlacional.</p> <p><b>DISEÑO:</b> Descriptivo</p> <p><b>LUGAR Y PERIODO:</b> La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de la Clínica Dental Imagen en el año 2017</p> <p><b>POBLACION:</b> No probabilística de primera intención.</p> <p><b>TAMAÑO DE LA MUESTRA:</b> Muestreo por conveniencia, siendo 40 registros de muñones de dientes.</p> <p><b>SE UTILIZARON CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.</b></p> <p><b>TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS:</b> Se utilizó una ficha de recolección de datos.</p> <p><b>VALIDEZ Y CONFIABILIDAD:</b> Se realizó a través de una ficha de juicio de expertos.</p> <p><b>PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS:</b> Para la elaboración del procesamiento de datos se usó el programa Microsoft office Excel para crear la base de datos obtenidos del estudio, luego se procesó en el paquete estadístico SPSS versión 24 en español.</p> <p><b>PLAN DE ANALISIS</b></p> <p>- <b>Análisis Descriptivo:</b> Se presentó a través de tablas y gráficos descriptivos mostrando el número, frecuencia y porcentaje.</p> <p>- <b>Análisis Inferencial:</b> Se utilizó las pruebas Chi<sup>2</sup> y T- Student.</p> <p>- <b>Paquete estadístico:</b> SPSS versión 24 en Español.</p>



**ANEXO N°4**

Huancayo, 29 de Mayo de 2018

**Gerente Rodrigo Salazar Lazo**

*Gerente de la Clínica dental Imagen – Huancayo.*

**Presente, -**

Estimado Director Rodrigo Salazar Lazo:

Reciba usted un saludo cordial y a la vez el agrado de presentar a los egresados de la Escuela Profesional de Odontología Franz Alexander García Arteaga y Tamia Yanilet Olivera Mandujano de la Universidad Peruana los Andes, quienes desean ejecutar el proyecto de investigación titulado "Materiales zirconiosos relacionados con la precisión marginal, usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes- Huancayo 2017."

Dicho proyecto tiene como objetivo: comparar materiales zirconiosos relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM, según sus superficies dentales. Se realizará el procesamiento de los materiales zirconiosos mediante el uso del equipo CAD/CAM Cerec InLab (sirona) del laboratorio de Clínica Dental Imagen, durante un periodo de 15 min por cada pieza dentaria.

Por tal motivo, agradeceré a usted se brinde las facilidades a los egresados para realizar dicho procesamiento utilizando la tecnología del equipo CAD/CAM en el laboratorio de la Clínica Dental Imagen, previa coordinación.

Reconocidos por su alto espíritu de colaboración, me suscribo de usted.

Atentamente,



**ANEXO N° 5**

Huancayo, 29 de Mayo de 2018

**C.D. Fernando Mucha Porras**

*Director de la Escuela Profesional de Odontología de la Universidad Peruana Los Andes - Huancayo*

**Presente. -**

Estimado C.D. Fernando Mucha Porras:



Reciba usted un saludo cordial y a la vez el agrado de presentar a los egresados de la Escuela Profesional de Odontología Tania Yanilet Olivera Mandujano y Franz Alexander García Arteaga de la Universidad Peruana los Andes, quienes desean ejecutar el proyecto de investigación titulado "Materiales zirconiosos relacionados con la precisión marginal, usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana los Andes - Huancayo 2017."

Dicho proyecto tiene como objetivo: comparar materiales zirconiosos relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM, según sus superficies. Se realizará el procesamiento de los materiales zirconiosos mediante el uso del equipo CAD/CAM Cerec Inlab (sirona) del laboratorio de Clínica Dental Imagen, para luego ser evaluada microscópicamente la adaptación marginal de las coronas con una duración de 30 minutos por pieza dentaria en el laboratorio de la Escuela Profesional de Odontología de la Universidad Peruana los Andes.

Por tal motivo, agradeceré a usted se brinde las facilidades a los egresados para realizar dicha evaluación microscópica en el laboratorio de la Escuela Profesional de Odontología de la Universidad Peruana Los Andes - Huancayo, previa coordinación.

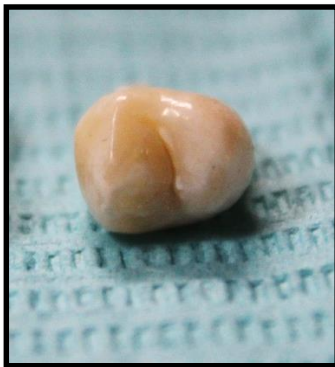
Reconocidos por su alto espíritu de colaboración, me suscribo de usted.

Atentamente,

*de 04/26 La  
Sociedad*

## ANEXO N° 6

### FIGURAS



**FIGURA 01**  
Recolección de dientes.



**FIGURA 02**  
Limpieza



**FIGURA 03**  
Corte Apical



**FIGURA 04**  
Preparación de bases de acrílico



**FIGURA 05**  
Fresas para el tallado



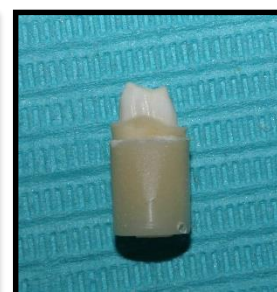
**FIGURA 06**  
Pieza preparada para tallar



**FIGURA 07**  
Calibración de las fresas



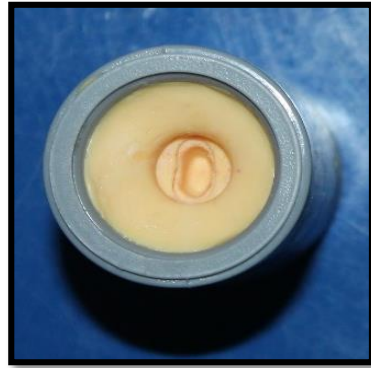
**FIGURA 08**  
Tallado de la pieza dentaria



**FIGURA 09**  
Muñón dentario preparado



**FIGURA 10**  
Toma de impresión



**FIGURA 11**  
Registro de impresión



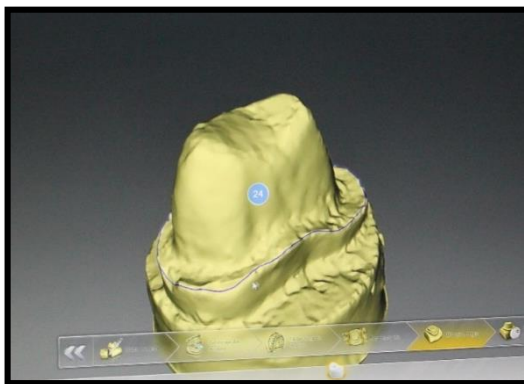
**FIGURA 12**  
Réplica de modelo de yeso



**FIGURA 13**  
Discos de Zirconio  
Sirona y Us Dental Depot



**FIGURA 14**  
Escaneo del modelo de yeso



**FIGURA 15**  
Diseño digital



**FIGURA 16**  
Colocación del disco de zirconio





**FIGURA 17**  
**Fresado del disco de Zirconio**



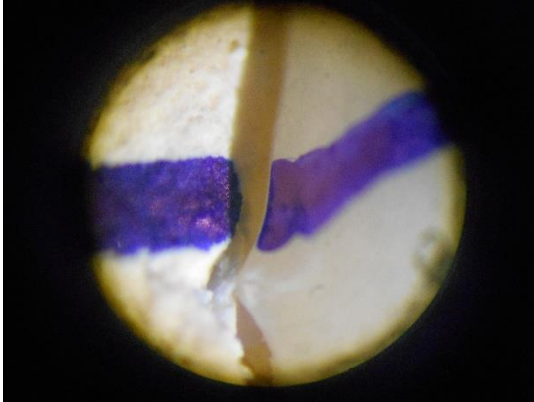
**FIGURA 18**  
**Pieza tallada pre-sinterizada.**



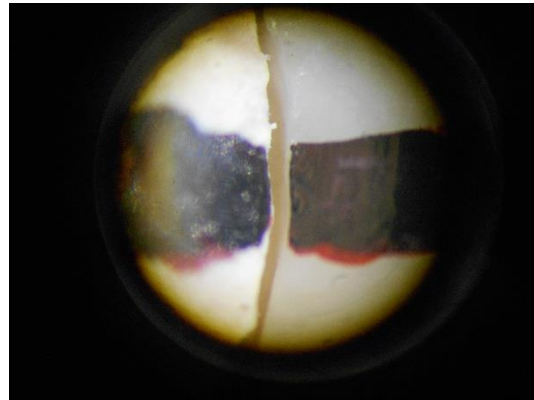
**FIGURA 19**  
**Colocación del disco en el  
horno de Sinterizado**



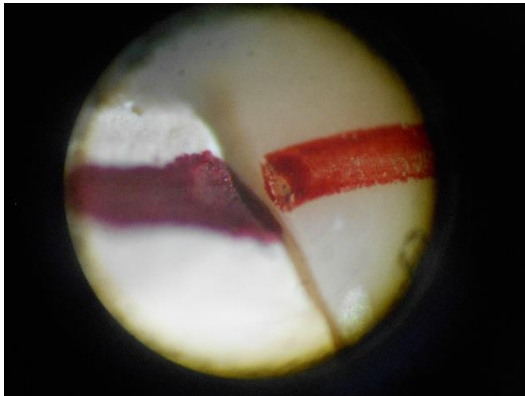
**FIGURA 20**  
**Evaluación microscópica de  
las muestras obtenidas**



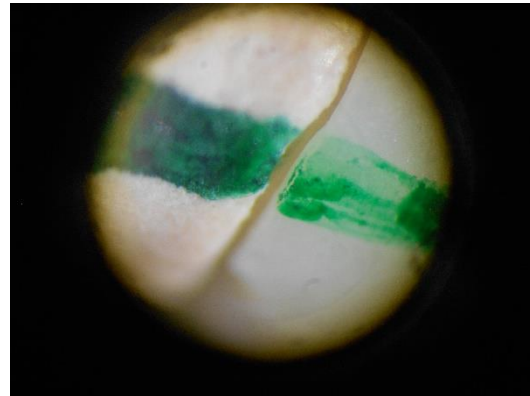
**FIGURA 21**  
Fotografía de la discrepancia marginal  
cara proximal: mesial



**FIGURA 22**  
Fotografía de la discrepancia marginal  
cara proximal: distal



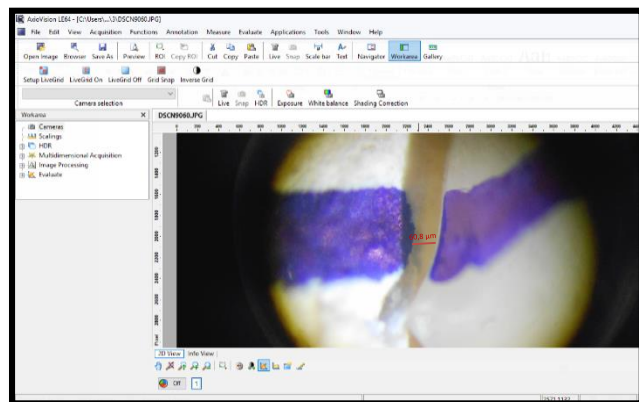
**FIGURA 23**  
Fotografía de la discrepancia marginal  
cara libre: vestibular



**FIGURA 24**  
Fotografía de la discrepancia marginal  
cara libre: palatino



**FIGURA 25**  
Programa Axio Vision SE 64



**FIGURA 26**  
Evaluación de la Precisión marginal