



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**  
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LA  
ADAPTACIÓN MARGINAL E INTERNA  
DE COFIAS METÁLICAS DE ALEACIÓN  
COBALTO CROMO (Co-Cr)  
CONFECCIONADAS CON DOS  
TÉCNICAS: DE LA CERA PERDIDA  
COLADA POR CENTRIFUGACIÓN  
CONVENCIONAL Y EL SISTEMA DE  
FRESADO DE BLOQUES EN SECO  
ASISTIDO POR COMPUTADOR  
(CAD/CAM).

Tesis para obtener el Título de Especialista en  
Rehabilitación Oral

Loarte Campos Micarla Yanira

Lima - Perú

2017

## **ASESORES**

**Mg. Esp. Martín Gilberto Quintana del Solar**

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

**Mg. Esp. Diana Esmeralda Castillo Andamayo**

Departamento Académico de Odontología Social

## **JURADO EXAMINADOR**

**Presidente** : Mg Ivonne Hidalgo López

**Secretario** : Mg. Antonio Balarezo Razzeto

**Miembro** : Mg. Sofía Solís Villanueva

**FECHA DE SUSTENTACIÓN** : 26 de abril de 2017

**CALIFICATIVO** : APROBADO

## **DEDICATORIA**

A mi familia, amigos y las personas que me apoyaron en todo momento, por sus consejos, motivación y perseverancia constante, y en especial a mi madre que desde el cielo ilumina mi camino.

## **AGRADECIMIENTO**

- A Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza y por haberme brindado la oportunidad de una vida llena de experiencias y aprendizaje.
- A mis asesores por su paciencia, perseverancia y orientación en el desarrollo de la presente investigación.
- A mi hermano Víctor, por brindarme siempre sus consejos y apoyo incondicional a pesar de la distancia y porque siempre tuvo fe en mi para poder lograr este sueño, del cual mi madre estaría orgullosa.
- A todas las personas que de manera directa e indirecta me apoyaron en la culminación de mis estudios.

## RESUMEN

**Objetivos.** El propósito de este estudio fue comparar la adaptación marginal e interna de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo chamfer confeccionadas mediante dos técnicas: cera pérdida colada por centrifugación convencional y el sistema de fresado de bloques en seco asistido por computador (CAD/CAM). **Materiales y métodos.** Se confeccionó un modelo maestro de Co-Cr de una pieza preparada con terminación chamfer mediante sistema de fresado de bloques en seco CAD/CAM, a partir del cual se confeccionaron 14 modelos en yeso tipo IV (13 para la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional y 1 para el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM) de los cuales se fabricaron 26 cofias de aleación Co-Cr en total, 13 cofias para cada técnica a evaluar. Se utilizó la técnica de réplica de silicona para evaluar las adaptaciones marginales e internas con la silicona VPES Fit Checker<sup>TM</sup> Advance (GC corporation, Tokyo, Japan) a una presión constante de 15 N durante dos minutos en una máquina de ensayo universal Instron CTM-5L (LG Electronics, Seúl, Korea), cada muestra fue seccionada en cruz primero en sentido vestíbulo-palatino y segundo en sentido mesio-distal, luego con un estéreomicroscopio Leica S8 APO ( Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) a un aumento de 40X se evaluó en  $\mu\text{m}$  las discrepancias marginales e internas, 12 medidas por espécimen, 6 medidas en sentido vestíbulo-palatino y 6 mesio-distal, dividiéndose en zona cervical, axial y oclusal. **Resultados.** Los análisis estadísticos incluyeron la prueba t de Student y U Mann-Whitney, previamente se evaluó los supuestos de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk para analizar diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $p < 0.05$ ). Las cofias que presentaron una menor discrepancia marginal en la zona cervical fueron las confeccionadas por el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM (A1:  $32.81 \pm 7.91 \mu\text{m}$ , F1:  $35.05 \pm 8.87 \mu\text{m}$ ) en sentido vestíbulo-palatino con una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) en comparación con la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional (A1:  $89.65 \pm 58.39 \mu\text{m}$ , F1:  $92 \pm 88.40 \mu\text{m}$ ) pero en sentido mesio-distal numéricamente el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM (A2:  $65.75 \pm 23.98 \mu\text{m}$ , F2:  $97.66 \pm 24.40 \mu\text{m}$ ) presento menor discrepancia marginal en comparación con la técnica de cera pérdida colada por

centrifugación convencional (A2:  $91.72 \pm 67.13 \mu\text{m}$ , F2:  $92 \pm 50.59 \mu\text{m}$ ) pero no hubo diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ). La menor discrepancia interna fueron en las cofias realizadas mediante la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional en la zona axial tanto en sentido vestíbulo-palatino y mesio-distal con diferencias estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) pero en la zona oclusal tanto en sentido vestíbulo-palatino y mesio-distal presentaron menor discrepancia interna el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM con diferencias estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ). **Conclusiones.** Las cofias que presentaron una mejor adaptación marginal fueron las que se confeccionaron mediante el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM. Las que presentaron mejor adaptación interna en la zona axial fueron las cofias realizadas mediante la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional y en la zona oclusal presentaron mejor adaptación interna el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM.

**PALABRAS CLAVE:** sistema CAD/CAM, cofias de coronas metal-cerámica, preparación chamfer, adaptación marginal, adaptación interna.

## ABSTRACT

**Objectives.** The purpose of this study was to compare the marginal and internal adaptation of Co-Cr alloy unit copings on a chamfer-type termination line made by two techniques: cast wax cast by conventional centrifugation and the dry block milling system assisted by Computer (CAD / CAM). **Materials and methods.** A one-piece Co-Cr master model prepared with chamfer termination was prepared using a CAD / CAM dry block milling system, from which 14 models were made in type IV gypsum (13 for the lost wax technique cast by Conventional centrifugation and 1 CAD / CAM dry block milling system) of which 26 co-Cr alloys were made in total, 13 copings for each technique to be evaluated. The silicone replica technique was used to evaluate the marginal and internal adaptations with the VPES Fit Checker™ Advance silicone (GC corporation, Tokyo, Japan) at a constant pressure of 15 N for two minutes in an Instron CTM-5L universal test machine (LG Electronics, Seoul, Korea), each sample was cross-sectioned first in the vestibular-palatine direction and second in the mesio-distal direction, followed by a Leica S8 APO stereomicroscope (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) at a 40X magnification. The marginal and internal discrepancies were evaluated in  $\mu\text{m}$ , 12 measurements per specimen, 6 measurements in the vestibular-palatine and 6 mesio-distal directions, dividing into cervical, axial and occlusal areas. **Results.** Statistical analyzes included the Student's t-test and the Mann-Whitney U test. We previously evaluated the normality assumptions with the Shapiro-Wilk test to analyze statistically significant differences between groups ( $p < 0.05$ ). The copias that presented a smaller marginal discrepancy in the cervical area were those made by the CAD / CAM dry block milling system (A1:  $32.81 \pm 7.91 \mu\text{m}$ , F1:  $35.05 \pm 8.87 \mu\text{m}$ ) in the vestibular-palatine sense with a difference (A1:  $89.65 \pm 58.39 \mu\text{m}$ , F1:  $92 \pm 88.40 \mu\text{m}$ ) but numerically the mesio-distal numerically the dry block milling system CAD (A2:  $65.75 \pm 23.98 \mu\text{m}$ , F2:  $97.66 \pm 24.40 \mu\text{m}$ ) showed less marginal discrepancy compared to the conventional wax casting technique (A2:  $91.72 \pm 67.13 \mu\text{m}$ , F2:  $92 \pm 50.59 \mu\text{m}$ ) but not. There was a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ). The smaller internal discrepancy was found in the copings made by the lost wax technique cast by conventional centrifugation in the axial zone both in the vestibular-palatine and mesio-distal senses with statistically significant differences ( $p < 0.05$ ),



but in the occlusal area both in the direction Vestibular-palatine and mesio-distal regions showed less internal discrepancy than the CAD / CAM dry block milling system with statistically significant differences ( $p < 0.05$ ). **Conclusions.** The copings that presented a better marginal adaptation were those that were made by the CAD / CAM dry block milling system. The ones that presented better internal adaptation in the axial zone were the copings made by the technique of lost wax cast by conventional centrifugation and in the occlusal area the CAD / CAM dry block milling system presented better internal adaptation.

**KEYWORD:** CAD/CAM system, all-ceramic Crown-coping, chamfer preparation, marginal fit, internal fit.

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Discrepancia de la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionados con la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte y punto marginal.	39
<b>Tabla 2.</b> Discrepancia de la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionados por la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte, zona y punto interno.	40
<b>Tabla 3.</b> Discrepancia de la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte y punto marginal.	41
<b>Tabla 4.</b> Discrepancia de la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte, zona y punto interno.	42
<b>Tabla 5.</b> Supuesto de normalidad de los grupos de las cofias elaboradas por la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional y el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según punto de evaluación y técnica de confección.	43
<b>Tabla 6.</b> Comparación de las adaptaciones marginales en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación y el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte y punto marginal.	43
<b>Tabla 7.</b> Comparación de las adaptaciones internas en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación y el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte, zona y punto interno.	44

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

		<b>Pág.</b>
<b>Gráfico 1.</b>	Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia de la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte y punto marginal.	39
<b>Gráfico 2.</b>	Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia de la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte, zona y punto interno.	40
<b>Gráfico 3.</b>	Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia de la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte y punto marginal.	41
<b>Gráfico 4.</b>	Gráfico de caja y bigotes de la discrepancia de la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte, zona y punto interno.	42

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Pieza dentaria ubicada en base acrílica Duracryl® (New Stetic, Antioquia, Colombia), previa a la preparación dentaria.
- Figura 2.** Protocolo de preparación dentaria.
- Figura 3.** Desgaste dentario con fresa tronco cónica.
- Figura 4.** Guía de llave de silicona PVS Elite HD+ Putty Soft Normal Set® (Zhermack Group, Badia Polesine, Italy) para preparación dentaria.
- Figura 5.** Escaneado del modelo maestro con Ceramill® map400 (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria).
- Figura 6.** Modelo maestro finalizado y posicionado en base acrílica.
- Figura 7.** Impresión de modelo maestro con la técnica de doble mezcla silicona VPS.
- Figura 8.** Dosificador de yeso Smartbox X2 y mezclador Smartmix (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria).
- Figura 9.** Obtención del modelo de yeso.
- Figura 10.** Modelo de trabajo para la confección de cofias de Co-Cr mediante la técnica de la cera pedida colada por centrifugación convencional.
- Figura 11.** Cofia finalizada y asentada sobre el modelo maestro.
- Figura 12.** Ambiente de trabajo del sistema CAD/CAM: escáner Ceramill® map400, software Ceramill® Mind y maquina fresadora Ceramill® Motion 2 (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria).
- Figura 13.** Escaneado y diseño de modelo, para confección de cofias por el sistema de fresado en bloques asistido por CAD/CAM.

- Figura 14.** Tallado/fresado de los bloques de Co-Cr Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria) pre sinterizados.
- Figura 15.** Cofias de Co-Cr pre sinterizadas ubicadas en la bandeja para su proceso de sinterización.
- Figura 16.** Ubicación de la bandeja dentro del horno de sinterizado Ceramill® Argotherm 2 (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria).
- Figura 17.** Evaluación visual de la falta de asentamiento de la cofia de 10µm a nivel cervical y de 50µm interna.
- Figura 18.** Evaluación exploratoria de la falta de asentamiento de la cofia de 10µm a nivel cervical y de 50µm interna.
- Figura 19.** Evaluación visual del correcto asentamiento de la cofia de 25 µm a nivel cervical y de 50µm interna.
- Figura 20.** Evaluación exploratoria del correcto sellado de la cofia de 50µm a nivel cervical y de 50µm interna.
- Figura 21.** Silicona de adición de consistencia fluida y mediana, se observa el poco contraste de color en los materiales y la aparición de burbujas internas.
- Figura 22.** Silicona de adición fluida y un acrílico de combustión completa, Se observa el desgarro del material.
- Figura 23.** Maquina digital de ensayo universal Instron CTM-5L (LG Electronics, Seúl, Korea) que fue utilizado para realizar presionar las cofias.
- Figura 24.** Silicona VPES blanco Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan).
- Figura 25.** Impresión de las cofias con Silicona VPES Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan).

- Figura 26.** Inyección de silicona PVS fluida Elite HD+ Ligth Body Normal Set® (Zhermack Group, Badia Polesine, Italy) en la parte interna de la cofia.
- Figura 27.** Sección con hoja y mando de bisturí, de la réplica de silicona en sentido vestíbulo palatino.
- Figura 28.** Réplicas de silicona seccionadas con sus respectivas cofias en envases rotulados lista para ser evaluadas al microscopio.
- Figura 29.** Corte vestíbulo-palatino de modelo de silicona para medición de discrepancia marginal.
- Figura 30.** Corte mesio-distal de modelo de silicona para medición de discrepancia marginal.
- Figura 31.** Medida al microscopio de la adaptación marginal en el punto F1 y F2 de la réplica de silicona de las cofias elaboradas por la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional y del sistema de fresado de bloques en seco asisitido por CAD/CAM respectivamente.

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

<b>ADA</b>	:	American Dental Association.
<b>ANSI</b>	:	American National Standards Institute,
<b>Au</b>	:	Oro.
<b>Be</b>	:	Berilio.
<b>CAD</b>	:	Diseño asistido por computador
<b>CAM</b>	:	Manufactura asistido por computador.
<b>Co</b>	:	Cobalto.
<b>Cr</b>	:	Cromo.
<b>Fe</b>	:	Fierro.
<b>Mn</b>	:	Manganeso.
<b>mm</b>	:	Milímetros.
<b>Mo</b>	:	Molibdeno.
<b>N</b>	:	Nitrógeno.
<b>Nd-YAG</b>	:	Granate de aluminio de itrio dopado con neodimio.
<b>Ni</b>	:	Níquel.
<b>Nb</b>	:	Niobio
<b>Pd</b>	:	Paladio.
<b>Pt</b>	:	Platino.
<b>Si</b>	:	Silicio.
<b>SMB</b>	:	Soft milling block / fresado de bloque blando
<b>SLM</b>	:	Selective Laser Melting o fusión selectiva por láser.

<b>Ti</b>	:	Titanio.
<b>µm</b>	:	Micrómetros.
<b>VPS</b>	:	Polivinilsiloxano.
<b>VPES</b>	:	Vinil polieter silicona.
<b>W</b>	:	Wolframio o tungsteno.
<b>Zn</b>	:	Zinc.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	3
II.1. Planteamiento del problema	3
II.2. Justificación	5
<b>III. MARCO CONCEPTUAL</b>	6
<b>IV. OBJETIVOS</b>	18
IV.1. Objetivo general	18
IV.2. Objetivos específicos	18
<b>V. HIPÓTESIS</b>	21
<b>VI. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	22
VI.1. Diseño del estudio	22
VI.2. Población	22
VI.3. Muestra	22
VI.4. Criterios de selección	23
VI.4.1. Criterios de inclusión	23
VI.4.2. Criterios de exclusión	23
VI.5. Variables	24
VI.6. Técnicas y/o Procedimientos	24
VI.7. Plan De Análisis	33
VI.8. Consideraciones Éticas	33
<b>VII. RESULTADOS</b>	35
<b>VIII. DISCUSIÓN</b>	51
<b>IX. CONCLUSIONES</b>	60
<b>X. RECOMENDACIONES</b>	62
<b>XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	63
<b>ANEXOS</b>	66

## **I. INTRODUCCIÓN**

En el área de la odontología se realizan una gran variedad de tratamientos, dentro de estos los tratamientos protésicos, en la cual juegan un rol importante tanto los profesionales odontológicos como el personal de laboratorio. Existen muchos criterios a tener en cuenta antes de realizar un tratamiento odontológico como el éxito a largo plazo.<sup>1</sup> En restauraciones fijas la adaptación marginal es de importancia clínica para la longevidad de la restauración, la salud de los tejidos gingivales y su mantenimiento, una adaptación marginal deficiente es potencialmente perjudicial tanto para el diente como para los tejidos de soporte, la ausencia de una buena adaptación marginal podría generar microfiltración lo cual favorecería la disolución del cemento, que puede con llevar a la aparición de caries secundaria y probablemente la inflamación pulpar.<sup>2,3</sup>

Las restauraciones cerámicas son ampliamente usadas en la práctica odontológica, sin embargo, se prefiere las restauraciones metalcerámicas, especialmente para el sector posterior debido a sus excelentes propiedades mecánicas, durabilidad y su costo reducido en comparación con las restauraciones libres de metal.<sup>4,5</sup>

En la confección de las cofias metálicas para las restauraciones metalcerámicas se utilizan diversas aleaciones y técnicas. La técnica convencional para la fabricación de estas cofias es la cera pérdida, la cual consiste en fundir metales nobles y no nobles para su confección, en donde se debe tener en consideración la distorsión que sufre el metal al pasar por procesos de calentamiento y enfriamiento, y como estas pueden afectar a las restauraciones finales.<sup>6</sup>

Hace varios años se vienen desarrollando nuevas técnicas para la confección de estas restauraciones, dando a los clínicos más opciones en su diseño y fabricación, estas nuevas técnicas reducen costos, tiempos de trabajo clínico y de laboratorio y casi por

completo las porosidades y burbujas dentro de las cofias. Dentro de estas técnicas están los sistemas de diseño asistido por computador/ maquinado asistido por computador o computer aided design /computer aided manufacturing (CAD/CAM), uno de estos sistemas es el fresado de bloque blando o soft milling block (SMB) lo cual consiste en una técnica sustractiva donde se fresan bloques blandos pre sinterizados en seco para la fabricación de las subestructuras de prótesis.<sup>7,8</sup>

Varios materiales desde metales hasta cerámicas de alto rendimiento se vienen desarrollando e introduciendo para la producción de coronas y puentes mediante sistemas CAD/CAM, dentro de estas la aleación de Cobalto-Cromo (Co-Cr) es la que se viene incrementado por su biocompatibilidad, resistencia a la corrosión y menor costo comparado con otras aleaciones nobles como el oro (Au).<sup>9</sup>

El propósito del estudio fue comparar la adaptación marginal e interna de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con dos técnicas: cera pérdida colada por centrifugación convencional y un sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM.

## **II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **II.1. Planteamiento del problema**

Para lograr un resultado clínicamente aceptable en prótesis fija, la adaptación marginal de la restauración es un requisito importante para un pronóstico a largo plazo.<sup>10</sup> Una inadecuada adaptación marginal podría traer como consecuencia la disolución del agente cementante y subsecuentes complicaciones biológicas tales como caries secundarias, problemas periodontales y pulpitis irreversibles.<sup>11, 12</sup>

En los últimos años se viene investigando sobre restauraciones totalmente cerámicas, sin embargo las coronas metalcerámica se utilizan hace más de 50 años teniendo un éxito a largo plazo, lo cual hace que siga siendo el material de elección para la confección de las restauraciones fijas.<sup>13</sup> Sin embargo, con el creciente número de técnicas para la confección de las copias metálicas como el CAD/CAM se podría minimizar los problemas que se generan al trabajar con una técnica de colado convencional (cera pérdida).<sup>14</sup>

El auge de los sistemas CAD/CAM se debe fundamentalmente a la necesidad que tiene la odontología en cuanto a la problemática que derivan de la confección de las copias metálicas mediante la técnica convencional, tales como la porosidad, ajuste marginal y el tiempo de trabajo.<sup>15</sup>

Es así que la presente investigación comparó la adaptación marginal e interna de las copias metálicas unitarias de aleación de Co-Cr confeccionadas con dos técnicas: cera pérdida colada por centrifugación convencional y el sistema de fresado de bloques blandos presinterizados en seco asistido por computador (CAD-CAM).

Por todo lo anteriormente expuesto se formula la siguiente pregunta.

¿Cuál de las dos técnicas de confección, de la cera pérdida colada por centrifugación convencional o el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM, presentarán mejor adaptación marginal e interna para la confección de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr?

## **II.2. Justificación**

**Teórico:** Esta investigación tiene importancia teórica porque nos ofrece el respaldo científico al aportarnos información en cuanto a los niveles de adaptación marginal e interna de las cofias metálicas para prótesis fijas metalcerámica realizada sobre una línea de terminación chamfer confeccionadas mediante dos técnicas: cera pérdida colada por centrifugado convencional y sistema de fresado de bloques blandos presinterizados en seco asistido por CAD/CAM.

**Clínico:** Este estudio tiene una importancia clínica porque nos brinda información sobre cuál de las técnicas de confección de cofias metálicas de aleación Co-Cr nos puede brindar una mejor adaptación marginal e interna sobre una línea de terminación chamfer y así poder aplicar esta información en nuestra práctica clínica, además nos brinda un mayor respaldo al momento de tomar decisiones en nuestros tratamientos ya que el éxito de nuestras restauraciones depende de muchos factores tales como una buena adaptación y muchos profesionales no le damos la importancia debida.

### **III. MARCO CONCEPTUAL**

#### **Línea de terminación**

Se define a la línea de terminación como la configuración del margen de la pieza dentaria preparada, en la cual encajan las restauraciones en prótesis fijas cementadas.<sup>15, 16</sup>

Se describen diferentes diseños de líneas de terminación en las preparaciones dentarias para prótesis fija tales como: hombro, bisel, hombro biselado, chamfer, entre otros. Muchos investigadores vienen reportando cuál de los diseños de la línea de terminación presenta menor discrepancia marginal y una buena adaptación, pero aún existe controversia.<sup>16</sup>

Syu et al<sup>16</sup> evaluaron la adaptación marginal e interna con tres líneas de terminación: hombro, hombro biselado y chamfer; dentro de los resultados la adaptación marginal no fue influenciado por el tipo de línea de terminación, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos. Las tres líneas exhibieron una buena adaptación marginal en las cofias metálicas.

#### **Adaptación marginal e interna**

El concepto de adaptación marginal se define como el adecuado ajuste que debe existir entre la línea de terminación de la preparación dentaria y el margen cervical de la corona, la distancia que existe entre estos dos puntos se conoce como discrepancia marginal o “*gap*” marginal, cuando hay una menor discrepancia marginal existe una mayor adaptación marginal. Una buena adaptación marginal disminuye la probabilidad de caries, enfermedad periodontal y fracaso de la restauración. La adaptación interna se define como la distancia perpendicular entre la estructura de la corona y la superficie del pilar dentario, la distancia que existe entre estos dos puntos se conoce como discrepancia interna o “*gap*” interno, esta distancia

debe ser uniforme para proporcionar espacio adecuado para el agente cementante y así conferir a la corona retención y resistencia adecuada.<sup>16, 17</sup> La discrepancia marginal, varía entre diferentes estudios y no existen consensos que nos brinden información acerca de cuál sería el espacio o *gap*, que clínicamente sea aceptable para el cemento. Algunos estudios sugieren espacios de 50 a 100  $\mu\text{m}$ , mientras que otros autores sugieren que 120  $\mu\text{m}$  puede ser considerado como aceptable.<sup>10,12,17</sup> El espesor de película del agente cementante puede influir en el correcto asentamiento de las coronas, por esto la Norma ANSI-ADA No. 8 de la Asociación Dental Americana, ha establecido “un grosor de película máximo de 25  $\mu\text{m}$  para un agente cementante, que corresponde al grosor de película del cemento de fosfato de zinc tipo I”.<sup>1</sup> Se evidencia mayor adaptación marginal al colocar el espaciador en el modelo a una distancia de 0,5 a 1 mm de la línea terminación.<sup>17</sup>

Huang et al<sup>9</sup> dentro de su publicación hace referencia que McLean y Von Fraunhofer realizaron un estudio clínico en el que se evaluó la adaptación marginal en coronas en un periodo de 5 años informando que las discrepancias marginales con rangos que van hasta 120  $\mu\text{m}$  son clínicamente aceptables. En la discrepancia interna no hay aún un consenso entre los autores, pero la gran mayoría coinciden en que debe ser uniforme, pudiendo oscilar en un rango de 50 a 350  $\mu\text{m}$ .<sup>18-20</sup>

Existen diferentes técnicas para la medición del espacio que sería ocupado por el cemento, así como de la discrepancia marginal en las restauraciones dentales.<sup>10</sup>

Numerosos estudios de restauraciones realizadas mediante sistemas CAD/CAM vienen haciendo uso de microscopios para medir la discrepancia (*gap*) marginal entre la restauración y el diente<sup>18</sup>, incluyendo un método directo donde se mide el espesor del cemento con el microscopio, mediante microtomografía computarizada y la técnica de réplicas con silicona. Recientemente la técnica de la silicona ha sido



optada por muchos investigadores para medir la discrepancia marginal de restauraciones dentales debido a que presentan menos alteraciones de las muestras, tales como la destrucción de las cofias.<sup>19</sup>

El objetivo básico de toda restauración cementada es estar bien adaptada y con una línea mínima de cemento, para que la prótesis pueda permanecer en función el mayor tiempo posible, en un ambiente biológico desfavorable que es la boca.

Ötorp et al<sup>10</sup> en una publicación hace referencia que Foster concluye que la principal razón para el fracaso de las prótesis fijas es la falta de adaptación marginal. Las complicaciones biológicas son las razones más frecuentes para el fracaso de las restauraciones, lo cual conlleva a un reemplazo de las coronas metalcerámica.<sup>4</sup>

A pesar del uso de nuevas técnicas para la confección de coronas y puentes, existirá un desajuste en los márgenes de la restauración y la terminación cervical del diente preparado, ese desajuste será rellenado con cementos que presentan diferentes grados de degradación marginal y con el pasar del tiempo se creará un espacio entre el diente y la restauración que va a permitir la retención de placa, instalación de enfermedad periodontal, recidiva de caries y, consecuentemente, pérdida de la restauración.<sup>4,13,19,20</sup> Por el contrario una excelente adaptación marginal puede minimizar la acumulación de placa y reducir el riesgo de desarrollar caries recidivante y enfermedades periodontales, una buena adaptación marginal parece ser uno de los factores técnicos más importantes para el éxito a largo plazo de las coronas de metalcerámica; sin embargo a pesar de que los resultados son un tanto inconsistente, tanto estudios recientes como antiguos han demostrado que la fabricación de prótesis fija no han logrado producir un óptimo sellado de las coronas en PPF; una de las razones es que las coronas metalcerámica usualmente son sometidas a una serie de cocciones de la porcelana para mejorar la estética y los

requerimientos clínicos y los ciclos de cocción de la porcelana necesitan una variedad de tratamientos de alta temperatura que pueden conducir a la distorsión de las cofias, resultando en una mayor discrepancia marginal.<sup>10,19,20</sup>

Vojdani M et al<sup>21</sup> en un estudio comparó la adaptación marginal e interna de 24 cofias fabricadas con la técnica de patrón de cera confeccionadas mediante la técnica de cera pérdida convencional y tecnología de fresado de PMMA por CAD/CAM; se estandarizó todas las muestras para lo cual se trabajó con líneas de terminación tipo chamfer con un ángulo de convergencia de 6° hacia oclusal. Para la elaboración de los patrones de cera con la técnica de fresado de PMMA por CAD/CAM se utilizó una máquina de fresado Cori TEC 340i (imes-icore GmbH, Eiterfeld, Alemania) y para la técnica de cera pérdida convencional se utilizó sellador de poros Pico-Fit (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany), aislante para cera Picosep (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany), calentador hotty (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) para la cera GEO Dip (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany), para ambos grupos se utilizó la aleación Ni-Cr. Se realizó cortes mesio - distales posterior a la cementación de las cofias para luego evaluar y tomar medidas al microscopio de las discrepancias marginales e internas. Se llegó a la conclusión que las cofias hechas por la técnica de cera pérdida convencional presentaron una mejor adaptación marginal (88.08µm) e interna (76.90µm) presentando una diferencia estadísticamente significativa comparando con la adaptación marginal (254.46µm) e interna (110.77µm) de las cofias de la tecnología de fresado de PMMA por CAD/CAM.

El auge de la tecnología CAD/CAM nos ha brindado una gran variedad de beneficios en la facilidad y rapidez de la elaboración de las restauraciones, sin embargo aún es necesario ir perfeccionando los procedimientos de escaneo, procesamiento de datos,

técnicas de fabricación y el procedimiento del material para ser una alternativa competitiva a los métodos de fabricaciones convencionales.<sup>22</sup>

### **Tipos de aleaciones**

En la fabricación de las restauraciones metalcerámica es necesario conocer la información básica de las aleaciones que se utilizarán, dentro de estas se debe evaluar su composición, ventajas, desventajas que se presentan y comparan. En el mercado existen una serie de aleaciones y metales disponibles para su uso en el campo odontológico, donde cada uno presenta ventajas y desventajas, basadas principalmente en su composición.<sup>13</sup>

Para la confección de cofias metálicas se utilizan ampliamente las aleaciones nobles y no nobles, debido a su biocompatibilidad y su rendimiento clínico satisfactorio.<sup>9</sup> Presentando las restauraciones nobles una mejor cementación en cuanto al sellado marginal de las restauraciones fundidas.<sup>12</sup>

Las restauraciones metalcerámica son usadas frecuentemente para la confección de prótesis parciales fijas, ya que estas presentan un excelente comportamiento clínico. Inicialmente se seleccionaron las aleaciones nobles con contenido de oro debido a su biocompatibilidad y la facilidad de uso, sin embargo debido al alto costo desde los años 1970 se empezó a utilizar otras aleaciones no nobles o metal base para la confección de las infraestructuras de las coronas metalcerámica;<sup>23</sup> una de las aleaciones metal base para colar más usadas es la de Ni-Cr-Be (80% Ni, 13% a 22 % de Cr, 1% a 3% Be), el Ni incrementan la dureza y resistencia a la corrosión, el Cr resistencia a la corrosión y crea los óxidos para la adhesión de la cerámica, mientras que el Berilio incrementa la fluidez ayudando a que el vaciado de la aleación se más exacto y controla la oxidación superficial mejorando la unión a la cerámica, pero es potencialmente cancerígeno; por eso han aparecido aleaciones para colar de Ni-Cr-

Mo (61% Ni, 26% Cr, 11% Mo, 1.5% Si, 1.2% Fe) donde el Mo aumenta la elasticidad y estabilidad química protegiendo a la aleación de carburación no deseada, el Si influye en las propiedades del flujo aumentando la fluidez de la masa mejorando la colabilidad; ambas aleaciones de Ni-Cr tienen una buena unión a la cerámica pero existen reportes del 5 al 8% de la población que tienen alergia al Ni. Otra aleación metal base para colar que se está utilizando con mayor fuerza es la de Co-Cr (63 % Co, 24% Cr, 3% Mo, 8% W, 1% Si, <1% Mn y N), donde el Co aumenta la dureza, la resistencia a la corrosión, a la oxidación, al desgaste y en las aleaciones de colado la fluidez de la masa fundida mejorando la buena colabilidad, el W tiene un efecto similar que el Mo reduciendo la expansión térmica, el Mn tiene un efecto de desoxidación en la masa fundida y el N permite alcanzar alta dureza con alta ductibilidad. La aleación Co-Cr tiene mayor oxidación que las aleaciones de Ni-Cr, teniendo una unión a la cerámica aceptable y duradera, estas aleaciones presentan una resistencia a la corrosión y una composición que las hacen adecuada para el uso clínico.<sup>21-23</sup> Por la presencia de alergias y toxicidad que presentan aleaciones que contienen níquel y berilio se empezó a sugerir el mayor uso de las aleaciones de Co-Cr lo cual se viene incrementando debido a sus excelentes propiedades como resistencia mecánica, bajo costo, resistencia a la corrosión, biocompatibilidad y su fácil producción con métodos de colado, fresado y fusión laser CAD/CAM.<sup>24-27</sup>

Hoy en día las aleaciones de Co-Cr se pueden presentar en pastillas para colar, en polvo para fusión por láser, en bloques duros sinterizados para ser fresados en seco, en bloques blandos presinterizados para ser fresados en seco para luego completar la sinterización en un horno de gas Argón, lo que varía es la composición de las aleaciones, según sea el sistema de fabricación.<sup>28,16</sup>

La comparación de los porcentajes de cada componente en pastillas de Co-Cr para colado y el bloque blando presinterizado de Co-Cr para el fresado CAD/CAM es como sigue: <sup>16</sup>

	Co	Cr	Mo	Si	Nb	W	Mn	Fe	N	C	Aglutinante orgánico
Colado (Co-Cr)	63 %	24%	3%	1%	<1%	8%	<1%	-	<1%	-	-
Fresado de bloques (Co-Cr)	66%	28%	5%	<1%	-	-	<1%	<1%	-	<0.1%	1-2%

### **Técnicas para la elaboración de prótesis fija con estructura metálica**

En la elaboración de las prótesis fijas un factor importante a tener en cuenta para el éxito de nuestras restauraciones es la adaptación marginal e interna, la mayoría de autores coincide que la discrepancia marginal no debe ser mayor a 120 $\mu$ m y la discrepancia interna debe ser uniforme pudiendo oscilar en un rango de 50 a 350 $\mu$ m. <sup>9, 18-20</sup>

El desarrollo de nuevas técnicas para la confección de restauraciones metalcerámica, brindan a los clínicos más opciones en el diseño y la fabricación de restauraciones. <sup>19,20</sup> Por más de 70 años, se viene utilizando el método convencional de la cera pérdida para la fabricación de restauraciones metálicas, sin embargo, la evolución de la tecnología digital y el desarrollo de los sistemas de CAD/CAM desde aproximadamente 1970, se vienen introduciendo para la producción mediante procesos automatizados. <sup>26,27</sup>

#### ***Cera pérdida colada por centrifugación convencional***

Para la confección de cofias metálicas uno de los procedimientos de laboratorio es la técnica de colado, mediante la cual se consigue un duplicado, con la mayor exactitud posible, de una estructura que se ha reconstruido previamente en un patrón de cera. <sup>29</sup>

La técnica del colado dental es uno de los métodos más antiguos para la fabricación de aleaciones metálicas, la cual fue descrita por primera vez en el siglo XIX y pudo haberse originado en Egipto, o la antigua china con la finalidad de obtener figuras metálicas.<sup>30</sup> En el campo odontológico el primero en utilizarlo producir incrustaciones de oro fue Taggart en 1907.<sup>29</sup> Desde entonces las aleaciones fundidas han sido una parte importante en las restauraciones dentales por más de un siglo. Dentro de las ventajas del uso del patrón de cera es que estas pueden ser manipuladas con facilidad, podemos conformar diseños de acuerdo a nuestros requerimientos.<sup>24</sup> El colado por centrifugación convencional es una técnica que consiste en confeccionar un patrón de cera sobre un modelo de yeso donde previamente se aplica un barniz separador sobre los troqueles, luego se colocó un espaciador de cera en los troqueles a 1mm antes de la línea de terminación para crear un espacio para el cemento, donde el espesor de este espaciador es difícil de estandarizar, lo que explica algunas de las variaciones en el ajuste interno de las copias de las restauraciones.<sup>12</sup> Luego en el patrón de cera se coloca bebederos que conformaran un canal para que fluya el metal colado, este patrón será revestida con un yeso refractario, el cual es resistente al calor, para posteriormente la cera ser evaporada con calor en un horno para eliminarla. Luego el metal es fundido con un soplete y mediante la fuerza centrífuga esta se deposita de una forma uniforme y adecuada en el molde creado por la cera.<sup>30-32</sup> Existen factores que pueden alterar el resultado y por lo tanto la exactitud del colado, lo cual es importante para lograr un buen sellado marginal. Factores tales como el diseño del bebedero y técnica que se utiliza para la fundición del metal.<sup>12</sup> La fabricación del modelo de cera es el paso más crítico y es una tarea muy laboriosa donde se requiere la mano de obra de un personal calificado.<sup>33</sup>

La fundición de estos metales básicos es una técnica muy sensible debido a su alta temperatura de fusión, al proceso de oxidación, y el tiempo que se consume en el laboratorio dental para su proceso de fabricación.<sup>9,23</sup> Se suma a eso los diversos pasos necesarios en la fase de producción aumentando el número de las variables que pueden causar múltiples alteraciones ya sea en la calidad o la exactitud del trabajo final.<sup>5</sup>

### **Sistemas con tecnología CAD/CAM**

Los avances tecnológicos han contribuido al descubrimiento de sistemas mecanizados, como es el diseño asistido por computador CAD/CAM y las ventajas que tiene sobre la técnica convencional.<sup>28</sup> El uso de los sistemas de CAD/CAM se debe fundamentalmente a la necesidad que tiene la odontología en minimizar la problemática que deriva de la técnica de cera pérdida colado por centrifugación, por ejemplo: porosidades, ajuste marginal, el ahorro económico y de tiempo de trabajo. Estos sistemas funcionan generalmente siguiendo tres pasos: El primero consiste en la captura digital de la preparación dentaria directamente de la boca con un escáner intraoral o del modelo de yeso con un escáner de laboratorio. Una vez escaneado, se genera digitalmente el diseño de lo que se desea fabricar y finalmente esta información pasa a una máquina que fabrica, total o parcialmente la prótesis, pudiendo escoger el tipo de material y diferentes técnicas de elaboración.<sup>29</sup>

Las tecnologías de CAD/CAM para obtener estructuras metálicas se pueden dividir en grupos de acuerdo a la técnica usada:<sup>29</sup>

1. Técnica sustractiva de un bloque duro sinterizado o bloque blando presinterizado de una aleación.
2. Técnica aditiva, mediante la fusión o sinterización de un polvo de una aleación sobre una matriz por medio de un láser.

### ***Fresado de bloques blandos presinterizados en seco controlado por un ordenador***

Una tecnología que implica un menor número de pasos manuales en el proceso de fabricación y que puede reducir algunos errores es mediante los sistemas CAD/CAM.<sup>12</sup> Existen numerosos sistemas para una rápida producción de las prótesis fijas usando esta tecnología, la cual fue introducido hace 20 años atrás y la cual viene reportando diferentes aplicaciones en el área de la odontología.<sup>23</sup> Esta tecnología consiste en un procedimiento sencillo, donde se puede generar un molde en 3D, para lo cual se toma una impresión digital a través del scanner ya sea del modelo o directamente de boca; a continuación estos archivos pueden ser utilizados para diseñar y fabricar prótesis con una amplia gama de materiales y procesos.<sup>4, 14</sup>

Recientemente se está desarrollando una técnica para la fabricación de las subestructuras de prótesis fijas asistido por un ordenador (CAD) y mediante un proceso sustractivo donde se fresan los bloques blandos presinterizados de Co-Cr en una máquina de fresado en seco (CAM) obteniendo así una pieza tallada presinterizada de color gris.<sup>34</sup> Después del fresado las estructuras completan el proceso de sinterización en un horno con atmósfera de gas argón a alta temperatura (aprox. 1300°) donde el volumen de la pieza se reduce aproximadamente 11% obteniéndose el producto final.<sup>35,36</sup>

Este sistema sustractivo se basa en máquinas mecanizadas como tornos y fresadoras que se utilizan para cortar mecánicamente un bloque de material a una forma deseada. Puesto que la confección de la estructura se realiza fresando unas piezas brutas primarias, el tiempo de trabajo y la cantidad de material perdido dependerá del tamaño inicial de la pieza primaria. De ahí la importancia de obtener el diámetro óptimo para minimizar dichos inconvenientes.<sup>37</sup>



Dentro de las ventajas de esta técnica es que hay menos riesgo de contaminar los materiales acabados porque este método no requiere refrigeración con agua, reduciendo el tiempo de trabajo.<sup>36</sup> Además aleaciones de fresado no son susceptibles a errores de procedimiento, como la distorsión como resultado de la tensión térmica, y muestran mayor resistencia a la corrosión.<sup>25</sup>

El sistema de fresado controlado por ordenador tiene las siguientes ventajas: eficiencia de las fases de procesamiento, exactitud, la facilidad de fabricación de modelos complejos ya que está fabricado mecánicamente, tendrá ausencia de posibles imperfecciones en la estructura fresada que podrían debilitarla.<sup>33,37</sup> Sin embargo, como el fresado es un método de fabricación por sustracción puede tener como desventajas como un mayor costo en su producción, así como una mayor contaminación ambiental causada por el polvo metálico fresado, las herramientas de fresado son costosas, para la confección de las cofias se requieren tiempo, malgaste de productos, y el desgaste del equipo.<sup>5,12</sup>

La adaptación marginal para los diferentes métodos, sin embargo, es incierto. Existen estudios que brindan resultados variables, y no se pueden sacar conclusiones hasta la fecha, no existe información disponible suficiente con respecto a la adaptación de cofias de Co-Cr para restauraciones metalcerámica elaborada por la técnica de fresado.<sup>12, 17</sup>

Kim et al<sup>36</sup> realizaron un estudio donde evaluaron la adaptación marginal en prótesis fija, se confeccionaron cofias unitarias de Co-Cr con línea de terminación chamfer y ángulo de convergencia de 12 grados con tres sistemas: sustractivo (fresado de bloques blandos), método aditivo (sinterizado selectivo por láser-SLS), y el método tradicional (cera pérdida por fundición). Para evaluar la adaptación marginal se trabajó con réplicas de silicona de adición y con diez cofias metálicas para cada

grupo, los cuales fueron obtenidas desde un modelo maestro. Se llegó a la conclusión que las prótesis fijas confeccionadas mediante el sistema de fresado en seco de bloques pre sinterizados Co-Cr Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) por CAD/CAM presentaban un *gap* menor ( $32.6 \pm 4.8 \mu\text{m}$ ) seguida por la técnica de sinterizado selectiva por láser ( $47,3 \mu\text{m} \pm 8.6$ ) y la técnica de la cera pérdida ( $64.1 \pm 14.2\mu\text{m}$ ) llegando a la conclusión que el grupo de las cofias elaboradas por CAD/ CAM tenían mejor adaptación marginal en comparación con la técnica convencional del colado por centrifugación.

### **Materiales para medición de discrepancias marginal e interna**

Existen diferentes maneras de medir la discrepancia, no hay un consenso en cuanto a los métodos óptimos para una buena medición.<sup>12</sup> Hay diversos estudios que presentan una gran variedad de materiales para medir las discrepancias marginales e internas como la silicona de adición polivinilsiloxano (VPS) fluida y extrafluida. Dentro de las siliconas un material nuevo destaca por sus características y ventajas para evaluar la adaptación de restauraciones: el Fit Checker™ Advanced (GC Corporation, Tokyo, Japan) es un vinil polieter silicona (VPES) que reúne las propiedades de precisión y fidelidad de los polieteres además de la elasticidad y manejo sencillo de las siliconas, tiene una consistencia muy fina acompañado de una óptima fluidez, un breve tiempo de fraguado e hidrofilia, es flexible pero sumamente resistente al desgarramiento para una fácil extracción, consistencia tixotrópica con un buen flujo bajo presión, mínimo espesor de película para una colocación precisa de la restauración, viene en color blanco para comprobar el ajuste de las restauraciones y prótesis removibles con base metálica y de color azul para restauraciones estéticas, como las coronas y puentes con base cerámica, y para comprobación oclusal incluso con un grosor inferior a  $100 \mu\text{m}$ .<sup>16,17</sup>

## **Métodos básicos para medir discrepancias marginales e internas**

Existen varios métodos básicos para medir discrepancias marginales e internas. A continuación se presentan diversos métodos.<sup>19</sup>

1. Vista directa (examinación con un microscópico externo). La técnica de vista directa es el método ampliamente utilizado pero los resultados no pueden ser muy fiables.
2. Técnica de corte transversal después de la cementación (examen microscópico interno).
3. Técnica de impresión obteniendo una réplica de silicona (enfoque de réplica interna con examen microscópico interno)
4. Examen visual y exploración con un explorador.<sup>19</sup>

### **Técnica de réplica de silicona**

Se utiliza un material indicador de silicona VPES blanco Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan), para simular el espacio del cemento. Se inyecta la silicona al interior de las cofias y utilizando una presión para simular una situación clínica se coloca en un modelo maestro. Se retira la cofia con la película de Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan) al interior y se coloca una silicona VPS de relleno, antes de la extracción, se secciona con un bisturí en una dirección bucopalatino y posteriormente en una dirección mesiodistal. Se realiza las mediciones del grosor de la película de Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan) en imágenes realizadas con microscopía óptica y un programa de medición digital. Este método de réplica es ampliamente utilizado y tiene varias ventajas ya que las muestras pueden ser reproducibles al no destruir las coronas.<sup>16,17</sup>

## **IV.OBJETIVOS**

### **IV .1 Objetivo general**

Comparar la adaptación marginal según tipo de corte y punto marginal y la adaptación interna según tipo de corte, zona y punto interno, de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con dos técnicas: de la cera pérdida colada por centrifugación convencional y el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM.

### **IV.2 Objetivos específicos**

1. Determinar la discrepancia de la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionada con la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional, según tipo de corte y punto marginal.
2. Determinar la discrepancia de la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional, según tipo de corte, zona y punto interno.
3. Determinar la discrepancia de la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas por sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM, según tipo de corte y punto marginal.
4. Determinar la discrepancia de la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas por sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM, según tipo de corte, zona y punto interno.
5. Comparar la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionada mediante las dos técnicas: de la cera pérdida colada por centrifugación convencional y el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM, según tipo de corte y punto marginal.

6. Comparar la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas las dos técnicas: de la cera pérdida colada por centrifugación convencional y el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM, según tipo de corte, zona y punto interno.

## **V. HIPÓTESIS**

Las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas mediante el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM presentan mejor adaptación marginal e interna que las cofias metálicas unitarias obtenidas mediante la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional.

## VI. MATERIALES Y MÉTODO

### VI.1. Diseño del estudio:

El estudio fue experimental in vitro y trasversal

### VI.2. Población:

El estudio estuvo conformado por cofias metálicas de Co-Cr hechas sobre una línea de terminación tipo chamfer confeccionadas en modelos de yeso obtenidos de un modelo maestro.

### VI.3. Muestra

Para determinar el tamaño muestral se tomó como base el estudio realizado por Huang et al 2014,<sup>9</sup> al cual se le aplicó la fórmula de tamaño muestral para una media de población infinita.

Fórmula estadística de tamaño muestral para una media de población infinita:

$$n = \frac{Z^2 \alpha/2 S^2}{\epsilon^2}$$

n=tamaño necesario de la muestra

Z = margen de confiabilidad o número de unidades de desviación estándar en la distribución normal que producirá un nivel deseado de confianza

S = desviación estándar de la población conocida o estimada a partir de anteriores estudios o de una prueba piloto.

E = error o diferencia máxima entre la media muestral y la media de la población que se está dispuesto a aceptar con un nivel de confianza que se ha definido.

Al 90% de confianza

$$N = \frac{1.645^2 \times 32.6^2}{15^2} = 13 \quad \Rightarrow \quad 13 \text{ cofias metálicas por grupo}$$

Luego de aplicar la fórmula se obtuvo la cantidad de 13 cofias para cada grupo, siendo un total de 26, con un intervalo de confianza del 90%.

Adicionalmente se realizaron pruebas piloto para determinar los materiales más adecuados para llevar a cabo el estudio calibrando al investigador en el manejo de los mismos y en la ejecución de los procedimientos.

#### **VI.4. Criterios de selección**

##### **VI.4.1 Criterios de inclusión**

- Impresiones nítidas de silicona polivinilsiloxano para la posterior confección de cofias para cada sistema.
- Modelos de trabajo sin imperfecciones donde se confecciono las cofias para cada sistema.
- Cofias metálicas de Co- Cr sobre una línea de terminación tipo chamfer confeccionadas mediante la técnica de fresado en seco por CAD-CAM.
- Cofias metálicas de Co- Cr sobre una línea de terminación tipo chamfer confeccionadas mediante la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional.
- Cofias que visualmente presentaron el margen cervical íntegro y continuo.
- Cofias que presentaron asentamiento pasivo en el modelo de trabajo.
- Muestras de réplica de silicona que presentaron integridad y continuidad en las zonas de medición.

##### **VI.4.1 Criterios de exclusión**

- Modelos de trabajo que presentaron defectos o imperfecciones.
- Impresiones no nítidas de silicona polivinilsiloxano para la posterior confección de cofias para cada sistema.
- Cofias metálicas confeccionadas mediante otros sistemas y con otra línea de terminación.
- Cofias metálicas confeccionadas con alecciones metálicas diferentes a Co-Cr.



- Muestras de réplica de silicona que presentaron burbujas o desgarros en las zonas de medición.
- Cofias de Co Cr confeccionadas mediante sistema de fresado en seco que presentaron burbujas, falta de integridad marginal y que no presentaron asentamiento pasivo.
- Cofias de Co Cr confeccionadas mediante sistema de cera pérdida colada por centrifugación que presentaron burbujas, falta de integridad marginal y que no presentaron asentamiento pasivo.

#### **VI.5. Variables**

Ver cuadro de operacionalización de variables (Anexo 1).

#### **VI.6. Técnicas y/o procedimientos**

##### **Método:**

Observación estructurada.

##### **Instrumentos:**

Se utilizó una ficha para la recolección de los datos (Anexo 2) donde se registraron en µm los niveles de adaptación marginal e interna en cada una de las réplicas de silicona VPES, en total se realizó doce medidas por muestra, seis medidas en sentido vestíbulo – palatino y seis medidas en sentido mesio –distal (Anexo 3).

La lectura de los datos se realizó a través del estereomicroscopio Greenough Leica S8 APO (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) con el software Leica Application Suite LAS v3.4 (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany).

##### **Materiales y Procedimientos:**

##### **Selección diente maestro**

El presente estudio se realizó preparando un primer premolar superior extraído dentro de la clínica docente asistencial de la UPCH por motivos ortodóncicos libre de

caries y de restauraciones previas, otorgado por el Docente encargado del área, el cual fue sumergido en solución salina fisiológica durante 7 días. Esta pieza se colocó en una base acrílica de autopolimerización Duracryl® (New Stetic, Antioquia, Colombia) que facilitó el soporte y manipulación del espécimen (Figura 1 Anexo 4).

### **Preparación dentaria**

La preparación del espécimen se realizó siguiendo el diseño para una corona metalcerámica, tomando como referencia la técnica descrita por el doctor Stephen Rosentiel<sup>15</sup> en su libro “Prótesis Fija contemporánea”. Previamente se confeccionó una llave matriz de silicona PVS Elite HD+ Putty Soft Normal Set® (Zhermack Group, Badia Polesine, Italy) con el propósito de guiar y calibrar el desgaste de la preparación. Fue preparado con línea de terminación tipo chamfer con una convergencia hacia oclusal de 12°, el cual fue de 2 mm a nivel oclusal, de 1,5 mm a nivel de las paredes axiales y a nivel del hombro de 1mm de espesor, empleando una fresa troncocónica de extremo redondeado de granulometría de 100-120 µm con halo azul código 198-025 MDT (Micro Diamond Technologies, Afula, Israel) y finalmente pulida con una fresa troncocónica de granulometría de 20-30 µm de halo amarillo código 198-019 MDT (Micro Diamond Technologies, Afula, Israel), la diferencia entre las alturas de la terminación vestibulo-palatina y mesio distal fue de 0.75mm (Figura 2, 3 y 4, Anexo 5).

### **Elaboración del modelo maestro**

Luego de la preparación dentaria se llevó al espécimen para la elaboración de una réplica metálica de Cobalto-Cromo en CAD/CAM, se usó el escáner Ceramill® map400 (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria), utilizando un software de diseño Ceramill® Mind (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria), se obtuvo imágenes digitales de alta resolución las cuales se generaron mediante proyecciones

de luz con unos sensores en 3D de alta sensibilidad, después se procedió al fresado en seco de un bloque blando pre sinterizados de Co-Cr, Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria), el que se colocó en el soporte de la maquina fresadora Ceramill® Motion 2 (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria), para el procesamiento rotatorio mecanizado. Finalmente se realizó el proceso de sinterizado en el horno de sinterización para Co-Cr, Ceramill® Argotherm 2 (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria), y así se obtuvo el patrón de Co-Cr la cual se utilizó como modelo maestro (Figura 5, Anexo 6). Posteriormente se colocó el modelo maestro en una base acrílica de autopolimerización Duracryl® (New Stetic, Antioquia, Colombia) para su pulido se utilizó una fresa troncocónica de granulometría de 20-30 µm de halo amarillo código 198-019 (MDT Micro Diamond Technologies, Afula, Israel), cauchos para pulir metal (Jota AG, Rüthi, Switzerland) y trapos de felpa (Jota AG, Rüthi, Switzerland). Finalmente se marcó la cara mesial (M), distal (D), vestibular (V) y palatino (P) para un mejor manejo y manipulación, la diferencia entre las alturas de la terminación vestibulo-palatina y mesio distal fue de 0.75mm (Figura 6, Anexo 6).

### **Toma de impresión del modelo maestro**

Una vez obtenido el modelo maestro de Co-Cr se utilizaron dispositivos de plástico rígido que simularon cubetas individuales, Tapón hembra CPVC para agua caliente Pavco® (Mexichem, Lima, Perú), los cuales se impregnaron con adhesivo universal para silicona, adhesivo universal Tray Adhesive® (Zhermack Group, Badia Polesine, Italy) y posteriormente se realizó 14 impresiones (13 para la técnica de colado por centrifugado convencional y 1 para la técnica de fusión selectiva por láser) con la técnica de doble mezcla con el material de impresión silicona PVS pesada Elite HD+ Putty Soft Normal Set® (Zhermack Group, Badia Polesine, Italy) dispensado en una

proporción 1:1 de base y catalizador con las cucharillas dispensadoras del fabricante, en simultáneo, se dispensó la silicona PVS fluida Elite HD+ Ligth Body Normal Set® (Zhermack Group, Badia Polesine, Italy). El material pesado se colocó en la cubeta y el fluido sobre el modelo maestro realizando la impresión en un solo paso y esperando la polimerización completa del material siguiendo las especificaciones del fabricante. (Figura 7, Anexo 7)

### **Elaboración de modelos de trabajo**

Obtenida la impresión y esperando el tiempo recomendado por el fabricante (1 hora) para la eliminación de subproductos se procedió al vaciado con yeso tipo IV extra duro Elite Master (Zhermack, Badia Polesine, Italia) para lo cual se utilizó el dosificador de yeso Smartbox X2 (Amann Girrbach, Koblach, Austria) (Figura 8, Anexo 8) para obtener una relación ideal entre yeso - agua y el mezclador Smartmix (Amann Girrbach, Koblach, Austria) para obtener una mezcla uniforme e isotrópica. Se vertió el material directamente en la impresión con una vibración constante para evitar la aparición de burbujas en el modelo de trabajo, finalmente se esperó el tiempo de fraguado para retirar el modelo de la impresión y se realizó los recortes de excesos. Una vez fraguado el yeso se guardaron los modelos de trabajo en envases sellados herméticamente para evitar su alteración. Obtenidos los modelos de trabajo se procedió a realizar la delimitación del margen cervical con un lápiz de color rojo en los 360° de la línea de terminación de la preparación (Figura 9, Anexo 8).

### **Confección de cofias en Co-Cr**

#### ***Técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional***

Para la confección de las cofias metálicas con la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional en los modelos ya preparados, se aplicó un sellador de poros o endurecedor de 5 µm llamado die:master dúo (Renfert GmbH, Hilzingen,

Germany) en toda la preparación, esto permite sellar los poros y la superficie adquiriera así una gran dureza y es repelente al agua. Luego se aplicó dos capas del espaciador Pico-Fit (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) de 20  $\mu\text{m}$  a 1 milímetro por encima de la línea de terminación de la preparación y finalmente una capa de aislante para cera Picosep (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) de 5  $\mu\text{m}$  en toda la preparación, obteniendo las siguientes medidas de 10  $\mu\text{m}$  en la zona cervical y de 50  $\mu\text{m}$  en el resto de la preparación hacia oclusal. Se enceró la cofia primero colocando cera cervical roja StarWax C (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany), luego con la ayuda del hotty LED (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) que permite conseguir espesores uniformes unitarios de las capas de las cofias de cera GEO Dip (Renfert GmbH, Hilzingen, Germany) mediante una distribución homogénea de la temperatura de la cera, se confecciona el resto de la cofia. Luego se retoca a nivel cervical con instrumentos de encerado PKT N°1 con cera para modelar crema StarWax D (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany) y se formó un collar cervical. Se retiró la cofia de cera y se midió con un calibrador de cera, el cual fue de 0.5 mm de espesor. Finalmente se readaptó el margen con la cera cervical roja StarWax C (Dentaurum GmbH, Ispringen, Germany) utilizando el instrumento PKT N°1 dejando una banda de 1mm de ancho, se recortó los excesos de cera marginal se dejó enfriar y se retiró del modelo, se colocó un bebedero de cera según especificación del fabricante, se puso la cofia de cera en un cilindro preformado el cual fue llenado con un yeso de revestimiento Formula 1 (Whip Mix®, Louisville, USA) se espera que fraguó 40 min luego se llevó al horno de precalentamiento rápido DE2 (Zhermack Group, Badia Polesine, Italy) para la eliminación de cera por evaporación a una temperatura de 920°C directo por 30 min , luego se realizó la fundición de las pastillas de aleación Co- Cr CROMORON Premium C ( DG DENTAL d.o.o, Gornji

Grad, Slovenia) con ayuda de un soplete para fija M-3 con pico de lluvia (TECNODENT, Buenos Aires, Argentina) con intervalo de fusión de 1304°C-1369°C y temperatura de colados de 1400°C-1480°C. Se impulsó la aleación metálica al interior de la cámara de moldeo mediante la acción de una centrifuga para colados TECHINC (TECNICA DENTAL, Bogotá, Colombia) con una fuerza centrífuga de 300-3000 rpm alrededor de su eje, una vez que el colado enfrió a temperatura ambiente se procedió al desrevestido, acabado de la cofia y pulido de la cofia (Figura 10,11, Anexo 9).

### ***Sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM***

Para la confección de las cofias mediante el fresado en seco por sistema CAD/CAM se trabajó con el sistema Ceramill® (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) (Figura 12, Anexo 10). Se procedió al escaneado del modelo en yeso (CAD) mediante el escáner Ceramill® map400 (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) utilizando un software de diseño Ceramill® Mind (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania), se obtuvo las imágenes digitales de alta resolución las cuales se generaron mediante proyecciones de luz en franjas con unos sensores en 3D de alta sensibilidad los cuales aportan una producción exacta del modelo y una precisión de medida óptima en archivos STL (Figura 13, Anexo 10). Para el fresado en seco se trabajó con bloques blandos pre sinterizados de Co-Cr Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) la cual fue colocada en el soporte de la maquina fresadora de modelo Ceramill® Motion 2 (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania), el cual es una fresadora de 5 ejes para el procesamiento rotatorio mecanizado específico en seco. El fresado se realiza a través de una variedad de fresas talladoras las cuales son intercambiadas de manera automática para dar la forma de acuerdo al diseño realizado (CAM) (Figura 14, Anexo 10). Una vez

terminado el tallado de las cofias se retiró los bloques del fresador para realizar el recorte unitario de las cofias y el posterior retiro y aspirado de excesos. Finalmente para la obtención de las cofias finalizadas se realizó el proceso de sinterizado mediante el horno de sinterización para Co-Cr, Ceramill® Argothem2 (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) (Figura 15,16, Anexo 10).

Ceramill®Argothem2 (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) es una parte integral del sistema global, óptimamente coordinado en todos sus componentes, para el procesamiento del metal sinterizado Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania), esta trabaja con una atmósfera de gas Argón a una temperatura de 1280 °C por un periodo de 5 horas, al finalizar este proceso hay una contracción de 11%, dato brindado por el fabricante.

***Calibración de medidas de las cofias confeccionadas mediante el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM***

Para determinar el espacio interno de las cofias en  $\mu\text{m}$  se realizó una prueba piloto con la finalidad de determinar las medidas adecuadas para las cofias que fueron elaboradas mediante el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM.

Se realizaron cofias unitarias con medidas a nivel cervical de 10 $\mu\text{m}$ , 25 $\mu\text{m}$ , 30 $\mu\text{m}$ , 40 $\mu\text{m}$ , 50 $\mu\text{m}$  y de 50 $\mu\text{m}$  en la parte interna ya que las medidas para el sistema de colado convencional fue de 10 $\mu\text{m}$  a nivel cervical y 50 $\mu\text{m}$  en la parte interna.

Una vez obtenidas las cofias unitarias de Co-Cr con la técnica de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM se realizó la inspección donde se evaluó el asentamiento y sellado marginal de la cofia en el modelo maestro a través de la inspección visual, el uso de la punta de un explorador y con la técnica de la réplica de silicona VPES blanco Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan), se

determinó cuál de ellos obtuvo mejores medidas de discrepancia marginal en el estereomicroscopio Greenough Leica S8 APO ( Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) con el software Leica Application Suite LAS v3.4 ( Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany). La cofia de 10 $\mu$ m a nivel cervical y 50 $\mu$ m interna se quedó a la mitad del asentamiento, por lo tanto, se descartó estas medidas; con las medidas de 30 $\mu$ m, 40 $\mu$ m, 50 $\mu$ m a nivel cervical y de 50 $\mu$ m interna se observó una rotación de las cofias unitarias sobre el modelo maestro y con el uso de la punta del explorador una falta de sellado marginal. (Figura 17,18 Anexo 11). Por lo tanto, para el desarrollo de nuestra investigación se decidió trabajar con las medidas de 25 $\mu$ m a nivel marginal (1mm de espesor) y de 50 $\mu$ m en la parte interna (Figura 19,20, Anexo 11)

### **Evaluación de la adaptación marginal e interna**

#### ***Prueba piloto para la evaluación de la adaptación marginal e interna***

Para la evaluación de la adaptación marginal se utilizó la técnica de réplica de silicona con diferentes materiales, los cuales fueron escogidas debido a sus características, como su baja contracción, estas fueron: silicona VPS fluida con silicona VPS pesada, silicona VPS fluida con silicona VPS mediana, silicona VPS fluida con silicona VPS para registro de mordida, silicona VPS fluida con acrílico de combustión completa Duralay (Reliance Dental Manufacturing LLC, Alsip, USA), silicona VPS extra fluida con silicona VPS fluida y una silicona VPES blanco con silicona VPS fluida. Se realizó una prueba piloto donde se fueron descartando uno a uno los materiales mencionados debido a factores tales como: aparición de burbujas internas debido a la falta de escurrimiento del material, falta de contraste entre ambos materiales lo cual dificultó la evaluación al microscopio y desgarró del material (Figura 21,22, Anexo 12).



Una vez realizada la prueba piloto, se decidió emplear la técnica de la réplica de silicona utilizando la silicona de polivinilsiloxano de consistencia fluida Fit Checker® (GC, Alsip, EE.UU) y elite HD light Body® (Zhermack, Badia Polesine, Italia) las cuales presentaron ventajas tales como el buen contraste en el color de los materiales lo que facilitó la toma de medidas al microscopio, menor riesgo de aparición de burbujas. Se procedió a dispensar la silicona fluida en el interior de la cofia, seguidamente esta fue asentada sobre el modelo maestro para luego ser sometida a una presión constante de 15 N durante 2 minutos y a una temperatura constante de 23°C, tiempo y temperatura indicados por el fabricante. Para realizar la presión constante se trabajó con una máquina digital de ensayos universales CMT-5L (LG, Corea) , la cual tiene puntas con diferentes formas geométricas que permiten ejercer presión de diferente manera; se escogió la punta de forma cilíndrica con extremo redondeado que fue la más adecuada para ejercer una presión en la parte media de las cofias unitarias. Esta máquina universal de presión permitió conseguir una presión constante y uniforme para todas las impresiones disminuyendo así los rangos de error. (Figura 23, 24, 25, Anexo 13) Luego que la silicona polimerize se retiró la presión y la cofia fue removida con cuidado del modelo maestro conservando la película de silicona VPES Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan) en el interior de ésta y de forma inmediata se inyectó al interior de la cofia la silicona VPS Elite HD+ Ligth Body Normal Set® (Zhermack Group, Badia Polesine, Italy) se esperó su polimerización completa para ser removida (Figura 26, Anexo 13).

Obtenida la réplica de silicona, esta fue seccionada con una hoja de bisturí N°11 en dos sentidos (Figura 27,28 Anexo 13) , la primera sección fue en sentido vestíbulo – palatino obteniendo dos fragmentos, una mesial y otra distal, para la toma de las

medidas al microscopio se utilizó el fragmento mesial. La segunda sección fue en sentido en sentido mesio –lingual y las medidas fueron tomadas en el fragmento vestibular. Para la toma de las medidas se utilizó el estéreomicroscopio Greenough Leica S8 APO (Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) a un aumento de 40X con el software Leica Application Suite LAS v3.4 ( Leica Biosystems GmbH, Wetzlar, Germany) se midió en  $\mu\text{m}$  el espesor de la película de silicona VPES Fit Checker<sup>TM</sup> Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan) a nivel cervical, axial y oclusal. La evaluación fue realizada con un total de 12 medidas por muestra, 6 medidas en sentido vestíbulo-palatino y 6 mesio-distal

#### **VI.7. Plan de análisis**

Se elaboró una base de datos en una hoja de cálculo Microsoft Excel 2013 que fue exportado al programa STATA version12 para los análisis descriptivos (univariado) con media aritmética y desviación estándar; para análisis bivariado se empleó t de Student, si presenta distribución normal (paramétrico) y U Mann-Whitney como variable no paramétrica.

Previamente se evaluó los supuestos de normalidad, con la prueba de Shapiro-Wilk, En la aprobación de los supuestos se utilizó las pruebas paramétricas y en la no aprobación de los supuestos se utilizó las pruebas no paramétricas. El presente estudio utilizó un nivel de confianza del 90%.

#### **VI.8. Consideraciones éticas**

- Se realizó la inscripción al SIDISI (Anexo 14).
- Aprobación por el comité de investigación FAEST (Facultad de Estomatología “Roberto Beltrán”-UPCH) (Anexo 15).
- Aprobación de acuerdo a las normas éticas del Comité Internacional de Ética (CIE) Universidad Peruana Cayetano Heredia (Anexo 16).

- Carta de aprobación para uso del estéreo microscopio por el laboratorio de patología y medicina oral de la UPCH (Anexo 17).
- Constancia del uso del equipo de ensayo universal para presión constante Instron de la UCSUR (Universidad Científica del Sur). (Anexo 18).

Este estudio es parte de otros estudios experimentales que se están realizando a través del Grupo de Investigación de Restauraciones Computarizadas (GIREC) del área de Rehabilitación Oral del Postgrado de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia comandados por el Mg. Esp. Martín Quintana del Solar y la Mg. Esp. Diana Castillo Andamayo.

## VII. RESULTADOS

El presente estudio comparó de la adaptación marginal e interna de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr sobre una línea de terminación tipo chamfer fabricadas mediante la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional y el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM, se trabajó con 13 cofias unitarias por grupo haciendo un total de 26 cofias unitarias donde se realizaron un total de 12 medidas por muestra.

Para determinar la discrepancia de la adaptación marginal e interna se realizó dos cortes a la réplica de silicona: vestíbulo-palatino y mesio-distal. La numeración 1 correspondió al corte en sentido vestíbulo-palatino y la numeración 2 al corte en sentido mesio-distal. En el corte en sentido vestíbulo-palatino se obtuvo dos puntos marginales A1 fue el punto marginal vestibular y F1 fue el punto marginal palatino, B1 y E1 representaron las zonas axiales, C1 y D1 la zona oclusal. En el corte en sentido mesio-distal el punto A2 fue el punto marginal mesial y F2 fue el punto marginal distal, B2 y E2 representaron las zonas axiales, C2 y D2 las zonas oclusales (Figura 29,30 Anexo 19).

En la tabla 1 se muestran los resultados descriptivos de la discrepancia de la adaptación marginal de la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte y punto marginal, donde en el corte vestíbulo-palatino, en el punto A1 se encontró una menor discrepancia marginal con un promedio de  $89.65 \pm 58.39\mu\text{m}$  y en el punto F1 se encontró un promedio de  $92.00 \pm 88.40\mu\text{m}$ . En el corte mesio-distal en el punto A2 se encontró un valor promedio de  $91.72 \pm 67.13\mu\text{m}$ , en el punto F2 se encontró un promedio de  $97.66 \pm 50.59\mu\text{m}$  (tabla 1) (Figura 31 Anexo 19).

En el grafico 1 se puede apreciar una menor dispersión en los datos con respecto de la discrepancia marginal de la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional, donde además observamos en F1 puntos influyentes (*outliers*) a comparación del resto de los tres puntos marginales de medición.

En la tabla 2 se muestran los resultados descriptivos de la discrepancia de la adaptación interna con la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte, zona y punto interno, en el corte vestíbulo-palatino a nivel axial se obtuvieron valores promedios en el punto B1 de  $60.09 \pm 22.66 \mu\text{m}$ , E1 de  $58 \pm 15.63 \mu\text{m}$ . Mientras que en el corte mesio distal se obtuvo en B2 valores promedios de  $42.30 \pm 23.32 \mu\text{m}$  y en E2 de  $52.62 \pm 26.16 \mu\text{m}$ , siendo valores similares. En el corte vestíbulo palatino a nivel oclusal se obtuvo valores promedios en C1 de  $162,67 \pm 53.38 \mu\text{m}$  y en D1  $195.92 \pm 69.47 \mu\text{m}$  y en el corte mesio distal se obtuvo promedios de  $209.19 \pm 55.71 \mu\text{m}$  en C2 y en D2 de  $203.78 \pm 62.94 \mu\text{m}$ . Las menores discrepancias de la adaptación interna en ambos cortes mesio-distal y vestíbulo-palatino fueron a nivel axial en comparación a la zona oclusal.

En el grafico 2 se puede apreciar una mayor dispersión en los datos de la discrepancia de la adaptación interna con la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte, zona y punto interno, donde observamos los valores menores de  $100 \mu\text{m}$  en los puntos B1,E1,B2,E2 . Además la discrepancia de la adaptación interna de la zona axial para el corte en sentido mesio-distal presentó menor valor que la discrepancia de la adaptación interna de la zona axial para el corte en sentido vestíbulo-lingual. Podemos observar que en los puntos B1, C1 y E2 existen puntos influyentes, pero estos valores se encuentran dentro de los rangos clínicamente aceptables de  $50\text{-}350\mu\text{m}$ .

En la tabla 3 se muestran las medidas de discrepancia de la adaptación marginal del sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte y punto marginal, donde se obtuvo menores valores en sentido vestibulo-palatino (A1:32.81 ± 7.91µm, F1:35.05 ± 8.87 µm) comparado con los valores en sentido mesio-distal (A2:65.75 ± 23.89µm, F2:70.18 ± 24.40 µm) (Figura 31 Anexo 19).

En el grafico 3 se puede apreciar los datos de la discrepancia de la adaptación marginal del sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte y punto marginal, donde observamos una dispersión uniforme en los puntos A1 y F1 con rangos alrededor de 40 µm, y en los puntos A2 y F2 donde observamos valores menores de 100 µm encontrándose dentro de los rangos clinicamente aceptables de 120 µm.

En la tabla 4 se muestran los valores de la discrepancia de la adaptación interna del sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte, zona y punto interno, obteniendo en sentido vestibulo-palatino en la zona axial los menores valores promedio (B1:105.93 ± 40.65µm, E1:86.97 ± 32.35µm); en sentido mesio-distal en la zona oclusal se obtuvo menores valores promedio (C2:105.35 ± 21.97µm, D2:103.18 ± 23.80 µm).

En el grafico 4 se puede apreciar una mayor dispersión en los valores con respecto a la discrepancia de la adaptación interna del sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM, a pesar de encontrar una mayor dispersion de valores, estos se encuentran dentro de los rangos clinicamente aceptables de 50-350µm.

En la tabla 5 se comprobó el supuesto de normalidad en los puntos de evaluación marginal e interna realizada con la prueba de Shapiro-Wilk. Esta prueba nos muestra a aquellos grupos que presentan y no presentan distribución normal, en aquellos puntos de adaptación que presentan distribución normal ( $p>0.05$ ) se utilizó las

pruebas estadísticas paramétricas (t de Student), mientras que en las que no presentaron distribución normal ( $p < 0.05$ ) se utilizaron las pruebas no paramétricas (U Mann-Whitney).

En la tabla 6 se comparó las adaptaciones marginales según tipo de corte y punto marginal entre las dos técnicas, en el corte vestíbulo-palatino se obtuvo valores en el punto A1 de ( $p = 0.0002$ ), F1 de ( $p = 0.0312$ ) y en el corte mesio-distal en los puntos A2 de ( $p < 0.6261$ ) y F2 de ( $p = 0.0905$ ). Las cofias unitarias que presentaron una mejor adaptación marginal en sentido vestíbulo-palatino fueron las cofias unitarias realizadas mediante el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM con una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) frente a las cofias unitarias confeccionadas mediante la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación. En sentido mesio-distal el que presentó una mejor adaptación marginal también fueron las cofias unitarias realizadas mediante el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM pero no se observó diferencias estadísticamente significativas en comparación con la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación.

En la tabla 7 se comparó las adaptaciones internas según tipo de corte, zona y punto interno entre las dos técnicas. En el corte vestíbulo-palatino en la zona axial se obtuvo valores en el punto B1 de ( $p = 0.0016$ ) y E1 de ( $p = 0.0077$ ), en la zona oclusal se obtuvo valores en el punto C1 de ( $p = 0.0015$ ) y D1 de ( $p = 0.0009$ ). En el corte mesio-distal en la zona axial se obtuvo valores en los puntos B2 de ( $p < 0.0001$ ) y E2 de ( $p < 0.0001$ ), en la zona oclusal se obtuvo valores en el punto C2 de ( $p < 0.0001$ ) y D2 de ( $p < 0.0001$ ). La mejor adaptación interna fueron en las cofias unitarias realizadas mediante la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional en la zona axial tanto en sentido vestíbulo-palatino y mesio-distal con

diferencias estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) pero en la zona oclusal tanto en sentido vestibulo-palatino y mesio-distal presentaron mejor adaptación interna el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM con diferencias estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ). Los resultados obtenidos en la adaptación interna tanto en la zona axial como coronal no fueron lo suficientemente concluyentes para determinar que una técnica es mejor que la otra.

Los resultados respaldaron la aprobación de la hipótesis, donde la adaptación marginal de las cofias unitarias confeccionadas mediante el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM fue mejor que la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional. A diferencia en la adaptación interna se respaldó la nulidad de la hipótesis porque los resultados obtenidos en ambas técnicas tanto en la zona axial como coronal no fueron lo suficientemente concluyentes para determinar que una técnica es mejor que la otra.



**Tabla 1.** Discrepancias de la adaptación marginal de las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte y punto marginal.

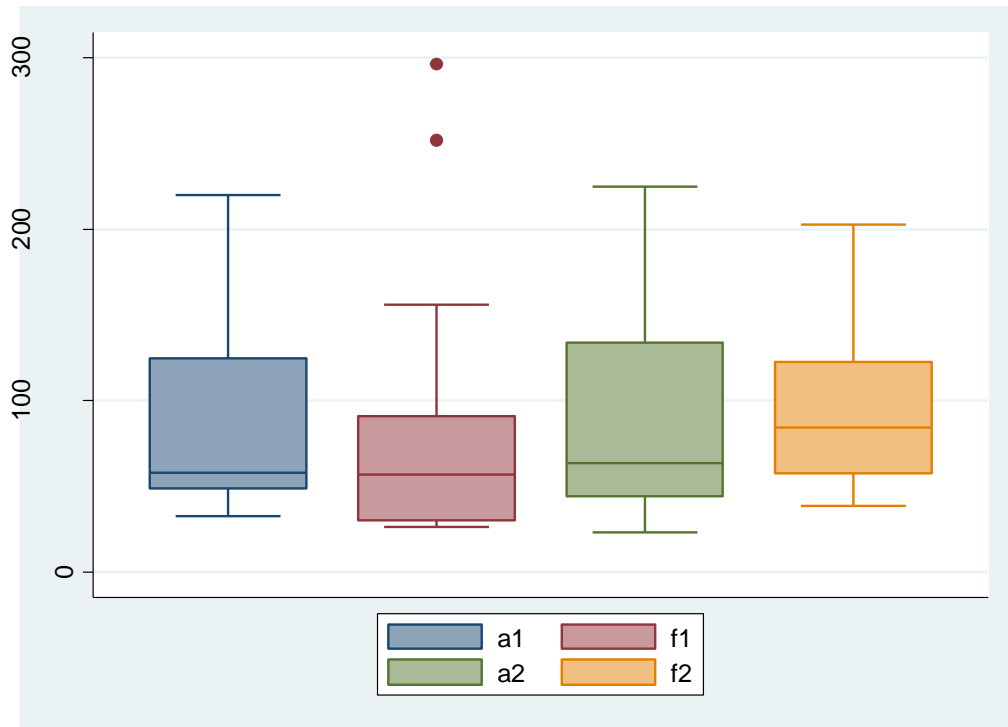
Tipo de corte	Punto Marginal	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestíbulo-Palatino	A1	32.77	219.94	89.65	58.39	57.93	38.04
	F1	26.18	296.20	92.00	88.40	56.92	30.48
Mesio-Distal	A2	23.02	224.83	91.72	67.13	63.50	44.76
	F2	38.62	202.63	97.66	50.59	84.42	32.39

Min.: mínimo

Max.: máximo

D.E: desviación estándar

DIC: dispersión intercuartilica



**Gráfico 1.** Caja y bigotes de la discrepancia de la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte y punto marginal.

**Tabla 2.** Discrepancia de la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte, zona y punto interno

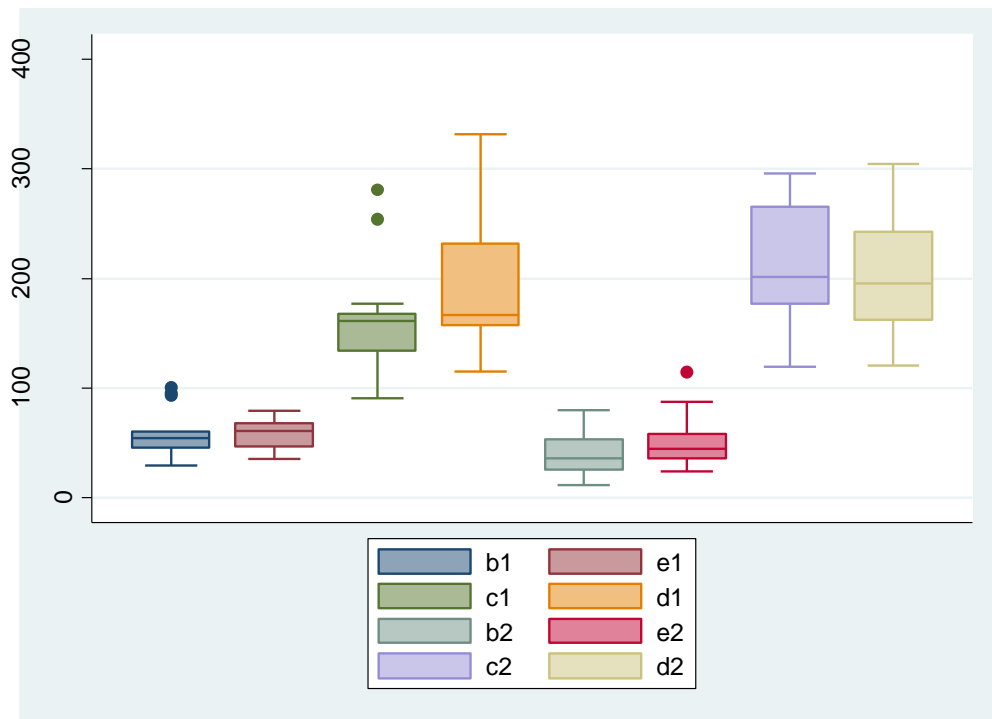
Tipo de corte	Zona interna	Punto Interno	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestíbulo-Palatino	Axial	B1	29.32	100.43	60.09	22.66	54.61	14.43
		E1	35.42	79.57	58.00	15.63	61.03	21.24
	Oclusal	C1	90.56	280.50	162.67	53.38	161.45	34.14
		D1	115.30	331.73	195.92	69.47	166.99	73.99
Mesio-Distal	Axial	B2	11.43	80.17	42.30	23.32	35.76	27.92
		E2	24.26	114.87	52.62	26.16	44.45	22.71
	Oclusal	C2	119.41	296.00	209.19	55.71	201.18	88.94
		D2	120.66	304.41	203.78	62.94	195.59	80.75

Min.: mínimo

Max.: máximo

D.E: desviación estándar

DIC: dispersión intercuartilica



**Gráfico 2.** Caja y bigotes de la discrepancia de la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte y punto marginal.

**Tabla 3.** Discrepancia de la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte y punto marginal.

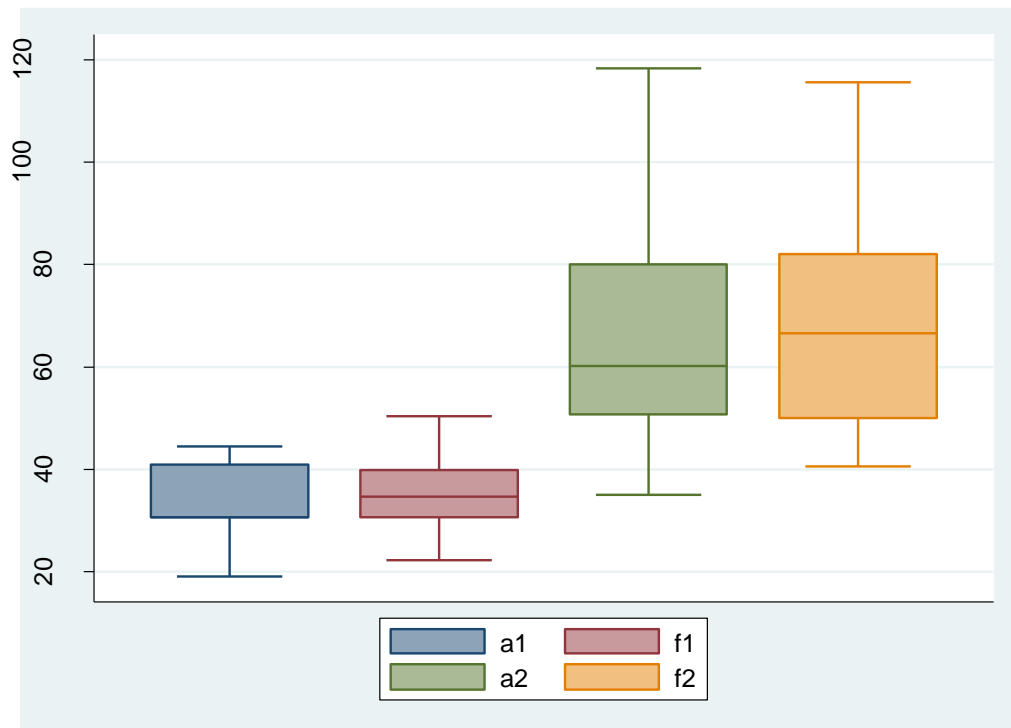
Tipo de corte	Punto Marginal	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestíbulo-Palatino	A1	19.05	44.43	32.81	7.91	30.58	5.19
	F1	22.21	50.41	35.05	8.87	34.66	4.68
Mesio-Distal	A2	35.03	118.36	65.75	23.98	60.23	14.72
	F2	40.50	115.60	70.18	24.40	66.59	15.97

Min.: mínimo

Max.: máximo

D.E: desviación estándar

DIC: dispersión intercuartilica



**Gráfico 3.** Caja y bigotes de la discrepancia de la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte y punto marginal.

**Tabla 4.** Discrepancia de la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de Co Cr confeccionadas por sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte, zona y punto interno.

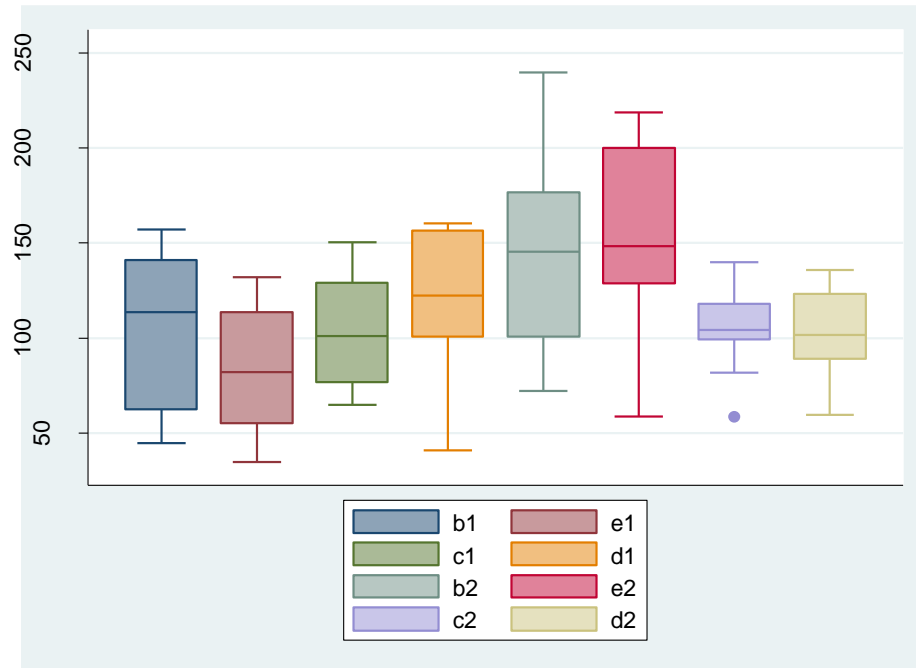
Tipo de corte	Zona interna	Punto Interno	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestíbulo-Palatino	Axial	B1	44.74	157.09	105.93	40.65	113.61	39.42
		E1	34.66	132.11	86.97	32.35	82.16	29.24
	Oclusal	C1	64.88	150.41	101.81	29.81	101.10	26.07
		D1	40.99	160.19	120.12	39.17	122.51	27.99
Mesio-Distal	Axial	B2	72.03	239.64	148.89	52.01	145.34	38.03
		E2	58.64	218.69	153.02	52.10	148.35	35.90
	Oclusal	C2	58.42	139.80	105.35	21.97	104.15	9.47
		D2	59.69	135.92	103.18	23.80	101.61	17.14

Min.: mínimo

Max.: máximo

D.E: desviación estándar

DIC: dispersión intercuartilica



**Gráfico 4.** Caja y bigotes de la discrepancia de la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte, zona y punto interno.



**Tabla 5.** Supuesto de normalidad de los grupos de las cofias metálicas unitarias elaboradas por la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional y del sistema de fresado en seco asistido por CAD/CAM.

Puntos	Centrifugación convencional.			Técnica de Fresado en seco		
	Obs	z	Valor p	Obs	z	Valor p
A1	13	1.742	0.04075	13	1.307	0.09557
B1	13	1.443	0.0745	13	1.225	0.11033
C1	13	1.473	0.07036	13	0.615	0.26919
D1	13	1.79	0.03672	13	1.284	0.09955
E1	13	0.796	0.21304	13	0.059	0.47654
F1	13	3.007	0.00132	13	-0.13	0.5518
A2	13	1.964	0.02479	13	-0.033	0.51323
B2	13	0.315	0.37632	13	-0.1	0.53998
C2	13	-0.544	0.70691	13	-0.793	0.78607
D2	13	0.33	0.37088	13	-0.625	0.73418
E2	13	1.259	0.1041	13	0.319	0.37499
F2	13	0.778	0.21825	13	0.909	0.18162

Prueba de Shapiro-Wilk

Obs.: cantidad de muestras observadas

Z: distribución

P: probabilidad

**Tabla 6.** Comparación de las adaptaciones marginales en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación y sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte y punto marginal.

Tipo de corte	Punto Marginal	Centrifugación convencional.	Técnica de Fresado en seco	Diferencia de medias	valor de p	
Vestíbulo-Palatino	A1	89.65	32.81	56.84	0.0002	**
	F1	92.00	35.05	56.95	0.0312	**
Mesio-Distal	A2	91.72	65.75	25.97	0.6261	**
	F2	97.66	70.18	27.48	0.0905	*

\* t de Student

\*\* U Mann-Whitney

significancia  $p < 0.05$

**Tabla 7.** Comparación de las adaptaciones internas en cofias metálicas unitarias de Co-Cr confeccionadas por técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional y sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte, zona y punto interno.

Tipo de corte	Zona interna	Punto interno	Centrifugación convencional.	Técnica de Fresado en seco	Diferencia de medias	valor de p	
Vestíbulo-Palatino	Axial	B1	60.09	105.93	-45.84	0.0016	*
		E1	58.00	86.97	-28.97	0.0077	*
	Oclusal	C1	162.67	101.81	60.87	0.0015	*
		D1	195.92	120.12	75.79	0.0009	**
Mesio-Distal	Axial	B2	42.30	148.89	-106.58	<0.0001	*
		E2	52.62	153.02	-100.40	<0.0001	*
	Oclusal	C2	209.19	105.35	103.84	<0.0001	*
		D2	203.78	103.18	100.60	<0.0001	*

\* t de Student

significancia p<0.05

\*\* U Mann-Whitney

## VIII.DISCUSION

El presente estudio fue de tipo experimental y transversal tuvo el objetivo de comparar la adaptación marginal e interna de cofias metálicas unitarias de Co-Cr con línea de terminación chamfer realizadas por el sistema de fresado de bloques blandos presinterizados Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) en seco por CAD/CAM y la técnica de cera perdida colada por centrifugación con pastillas de aleación Co-Cr.

Muchos autores comparan la adaptación marginal e interna de cofias metálicas para coronas, elaboradas mediante sistema CAD-CAM y las realizadas mediante el sistema de colado convencional. Sin embargo, es difícil comparar estos estudios debido a factores como las variaciones del tamaño de muestra, la calibración en la toma de medidas, las técnicas que se emplean para realizar las medidas de las muestras, los materiales utilizados en la confección, la programación para configurar el espesor del cemento en el sistema CAD-CAM.<sup>21</sup>

Al comparar la adaptación marginal de las cofias metálicas unitarias Co-Cr del presente estudio, las que presentaron una mejor adaptación marginal en sentido vestibulo-palatino fueron las que se elaboraron por el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM con un promedio menor en  $A1=32.81\pm 7.91\mu\text{m}$ , frente a las cofias metálicas unitarias elaboradas por la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional que presento un promedio menor en  $A1=89.65\pm 58.39\mu\text{m}$  presentándose diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. En sentido mesio-distal presentaron mejor adaptación marginal las que se elaboraron por el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM con un promedio menor en  $A2=65.75\pm 23.98\mu\text{m}$ , frente a las cofias metálicas unitarias elaboradas por la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional que presento un promedio menor en

A2=91.72±67.13µm; sin embargo no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. Al comparar la adaptación interna de las cofias metálicas unitarias Co-Cr, las que presentaron una mejor adaptación interna fueron las que se elaboraron por la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional en la zona axial tanto en sentido vestíbulo-palatino y mesio-distal con un promedio menor en B2=42.30±23.32µm frente a las cofias metálicas unitarias elaboradas por el sistema de fresado de bloques blandos presinterizados en seco asistido por CAD/CAM en la zona axial que presentó un promedio menor en E1=86.97 ± 32.35µm presentándose diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. Pero en la zona oclusal tanto en sentido vestíbulo-palatino y mesio-distal presentaron mejor adaptación interna el sistema de fresado de bloques blandos presinterizados en seco asistido por CAD/CAM con un promedio menor en C1=101.81±29.81µm frente a las cofias metálicas unitarias elaboradas por la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional en la zona oclusal con un promedio menor en C1=162.67±53.38µm presentándose diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. Los resultados obtenidos en la adaptación interna tanto en la zona axial como coronal no fueron lo suficientemente concluyentes para determinar que una técnica es mejor que la otra.

Kane et al <sup>17</sup>, evaluó la adaptación marginal e interna en cofias metálicas de Co-Cr realizadas mediante el sistema de fresado de bloques duros CAD/CAM con línea de terminación *chamfer* obteniendo un promedio de adaptación marginal de 61 ±41µm en dientes anteriores y de 52 ±27µm en dientes posteriores, dichos resultados se asemejan al presente estudio y se puede concluir que los resultados de ambos estudios se encuentran dentro de los valores clínicamente aceptables.

Vojdani et al<sup>38</sup>, quienes elaboraron un estudio con el propósito de evaluar la adaptación de cofias de Co-Cr con línea de terminación de hombro de 90°, confeccionadas por dos sistemas de fresado por CAD/CAM: Coritec 450i (imes-icore GmBh, Leibolzgraben, Germany) y Ceramill® (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) utilizando bloque duro sinterizado Coritec Co-Cr disc (imes-icore GmBh, Leibolzgraben, Germany) y bloque blando presinterizado Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) respectivamente, donde se obtuvo un promedio de adaptación marginal para el Ceramill® de 195±1 µm y de adaptación interna de 143±1 µm; en cambio para Coritec 450i se obtuvo un promedio de adaptación marginal de 104±3 µm y de adaptación interna de 77±1 µm el procedimiento utilizaron 10 cofias metálicas de aleación Co-Cr por cada sistema, con un ángulo de convergencia de 10°, con una fuerza de 20 N en las impresiones para obtener las réplicas de silicona, donde realizaron secciones tanto en sentido mesio-distal y vestíbulo-palatino. Para nuestro estudio las técnicas y procedimientos fueron similares ya que también se utilizó réplicas de silicona con cortes en sentido mesio-distal y vestíbulo-palatino para la medición de la discrepancia marginal e interna, una fuerza de 15N para las impresiones, se utilizó 13 cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr por cada sistema y se trabajó con un modelo maestro con un ángulo de convergencia de 12°, pero los resultados de la adaptación marginal fueron mayores y para la adaptación interna fueron parecidos para el bloque presinterizado blando con respecto al presente estudio.

Park et al<sup>39</sup> reportó un estudio donde se evaluó la adaptación marginal e interna de cofias elaboradas de Co-Cr con línea de terminación chamfer con 3 sistemas: sistema de colado convencional, sistema de fresado por CAD/CAM de bloque duro sinterizado y el sistema de fresado de bloque blando presinterizado Co-Cr Ceramill®

Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) por CAD/CAM, obteniendo mejores resultados en las cofias elaboradas por sistema de colado convencional con una adaptación marginal de  $33.68 \pm 8.44 \mu\text{m}$  seguido del sistema de fresado de bloque blando con una adaptación marginal de  $37.01 \pm 8.04 \mu\text{m}$ , no encontrándose diferencias estadísticamente significativas, estos resultados son diferentes al presente estudio donde se encontró que el sistema de fresado de bloque blando presinterizado Co-Cr Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) por CAD/CAM tuvo una mejor adaptación marginal.

Tamac et al<sup>4</sup>, quienes realizaron un estudio donde se comparó la adaptación marginal e interna en cofias metálicas de aleación Co-Cr con línea de terminación chamfer elaboradas mediante tres sistemas: el sistema de fresado de bloque duro sinterizado por CAD/CAM, sistema de sinterización por láser y el sistema de colado convencional, se trabajó con 20 cofias por cada grupo con línea de terminación tipo chamfer, la medición de la adaptación marginal e interna fue con la técnica de réplicas de silicona y las medidas fueron realizadas en el estereomicroscopio (20X), en los resultados se obtuvo que las cofias que fueron elaboradas por el sistema de colado convencional presentaron una mejor adaptación marginal con un promedio de  $75.92 \mu\text{m}$  frente a las cofias del sistema de fresado por CAD/CAM que presento un promedio de  $86.64 \mu\text{m}$  pero no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos; en cuanto a la adaptación interna en la zona axial las cofias que presentaron una mejor adaptación fueron las que se elaboraron por el sistema de fresado por CAD/CAM con un promedio de  $117.5 \mu\text{m}$  frente a  $121.38 \mu\text{m}$  del sistema de colado convencional pero no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos; en la adaptación interna en la zona oclusal las cofias que presentaron una mejor adaptación fueron las que se elaboraron por el sistema de

colado convencional con un promedio de  $201.09\mu\text{m}$  frente a  $265.73\mu\text{m}$  del sistema de fresado por CAD/CAM si hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Estos resultados son diferentes al presente estudio donde se encontró que el sistema de fresado por CAD/CAM de bloque blando presinterizado Co-Cr Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) tuvo una mejor adaptación marginal y adaptación interna en la zona oclusal.

Kocaagaoglu et al <sup>40</sup> reporto un estudio donde se evaluaron la discrepancia marginal , axial y oclusal, datos que también se evaluaron en el presente estudio, para lo cual trabajaron con 40 modelos con línea de terminación tipo chamfer donde se confeccionaron cofias con diferentes sistemas y dentro de estas el sistema de colado convencional y el sistema de fresado de bloque blando presinterizado Co-Cr Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) en seco por CAD/CAM, trabajaron con la técnica de réplicas de silicona a presión digital, con cortes mesio-distales y vestíbulo-lingual y las medidas fueron realizadas con estéreomicroscopio antes y después de la aplicación de la porcelana. Los resultados que obtuvieron en las cofias realizadas con aleación Co-Cr antes de la aplicación de porcelana fueron: discrepancia marginal con el sistema convencional de  $102.1\pm 26.3\mu\text{m}$  y para el sistema de fresado de bloque blando presinterizado fue de  $68.0\pm 12.2\mu\text{m}$ , la discrepancia axial de  $104.4\pm 12.9\mu\text{m}$  con sistema convencional y  $94.2\pm 11.6\mu\text{m}$  con sistema de fresado de bloque blando presinterizado, discrepancia oclusal de  $161.5\pm 32.6\mu\text{m}$  para sistema convencional y  $191.8\pm 40.1\mu\text{m}$  para el sistema de fresado de bloque blando presinterizado. En los resultados se puede observar una mejor adaptación marginal en las cofias elaboradas por el sistema de fresado de bloque blando presinterizado frente a las cofias realizadas por el sistema convencional, conclusiones que también se observan en el presente estudio. Sin



embargo, en cuanto a la adaptación axial y oclusal se observa valores diferentes con respecto al presente estudio donde tuvo mejor adaptación axial el sistema convencional y mejor adaptación oclusal el sistema de fresado de bloque blando presinterizado.

Vojdani et al <sup>21</sup>, comparó la adaptación marginal e interna en cofias elaboradas por sistema de colado convencional y cofias elaboradas por sistema de fresado de bloque blando presinterizado Co-Cr Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) en seco por CAD/CAM, para lo cual se trabajaron con 24 cofias (12 por cada grupo), con una línea de terminación tipo chamfer y un ángulo de convergencia de 6° por lado, datos similares al presente estudio. Encontrando que la discrepancia marginal e interna fue mayor en las cofias elaboradas por el sistema de fresado de bloque blando presinterizado en seco por CAD/CAM con diferencias estadísticamente significativas frente a las cofias elaboradas por el sistema convencional, donde se obtuvo un promedio de adaptación marginal para el sistema de colado convencional de  $88.08 \pm 10.67\mu\text{m}$  y de  $254.46 \pm 25.10\mu\text{m}$  para el sistema de fresado de bloque blando presinterizado en seco por CAD/CAM. El promedio de adaptación interna para el colado convencional fue de  $76.90 \pm 10.17\mu\text{m}$  frente a  $110.77 \pm 5.92\mu\text{m}$  del sistema de fresado de bloque blando presinterizado en seco por CAD/CAM. Datos opuestos encontrados en el presente estudio donde se encontró que las cofias metálicas unitarias Co-Cr elaboradas por el sistema de fresado de bloque blando presinterizado en seco asistido por CAD/CAM presento una mejor adaptación marginal frente a las cofias elaboradas por la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional.

Mediante la técnica de CAD/CAM podemos realizar la confección de cofias de una manera rápida y de manera más simple en comparación con la técnica convencional,

sin embargo los sistemas CAD/CAM introducen algunos pasos adicionales en el proceso de fabricación de las cofias, los cuales pueden traer como consecuencias la falta de exactitud en la adaptación, pasos tales como el escaneado, el diseño del software, el material y procesos para el fresado. Durante el proceso del diseño y escaneado (CAD), la delimitación virtual depende de la resolución del sistema del escaneado utilizado, este es un factor importante ya que a menudo no se tiene en cuenta variaciones menores en la línea de terminación y tiende a mezclar las irregularidades y sombras, las cuales se reconocen como una línea lisa y continua, dando como resultado una malla continua maciza y lisa, lo cual puede conllevar a la falta de adaptación ya sea marginal o interna, esto también puede conducir a interferencias de contacto en los bordes incisales o oclusales lo cual puede ser perjudicial en la zona marginal.<sup>21,37</sup>

Otro desafío para los sistemas CAD/CAM está en su fase del fresado o maquinado (CAM), si el software es capaz de definir una ubicación exacta de la línea de acabado y medirla en micras, el CAM sólo es capaz de fresar hasta el tamaño de la fresa más pequeño, por lo tanto, el CAM es incapaz de replicar exactamente irregularidades inferiores a las dimensiones de las fresas de tallado, esta información se viene discutiendo hasta la actualidad.<sup>37</sup>

Beuer et al<sup>41</sup> reportó que los procesos de sinterización, los procedimientos de escaneado, la recolección de datos geométricos, los parámetros de cálculo para el fresado y el proceso de tallado son factores que afectan en la adecuada adaptación marginal de restauraciones. Estos pueden ser factores que pudieron intervenir en los resultados de nuestro estudio, donde se encontró una mejor adaptación interna en la zona axial en las cofias elaboradas por la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional comparada con el sistema de fresado de bloque blando

presinterizado en seco asistido por CAD/CAM, con diferencias estadísticamente significativas.

Muchos estudios reportaron medidas mayores en la adaptación marginal e interna en sistemas CAD/CAM en comparación con los sistemas convencionales; sin embargo, también existen estudios donde los sistemas CAD/CAM presentan una mejor adaptación marginal frente al colado convencional.<sup>21</sup>

Kim et al<sup>36</sup> publicó un estudio donde el objetivo fue medir y analizar la adaptación de las prótesis dentales fijas realizadas por diferentes sistemas dentro de ellas el método de fresado de bloque blando presinterizado Co-Cr Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) en seco por CAD/CAM (sustractivo o *milling*) y el de la cera pérdida; evaluaron un total de 10 cofias por grupo con línea de terminación chamfer y ángulo de convergencia de 12 grados, grupos con similares técnicas y procedimiento que nuestro estudio. La adaptación obtenida por la técnica del fresado de bloque blando presinterizado fue mejor que el obtenido con el método de colado tradicional; siendo los resultados  $32.6 \pm 4.8\mu\text{m}$  para el sistema de fresado y  $64.1 \pm 14.2\mu\text{m}$  para el sistema convencional. En nuestro estudio también llegamos a la conclusión que la adaptación marginal de las cofias elaboradas por el sistema de fresado de bloque blando presinterizado Co-Cr Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) en seco por CAD/CAM presentan mejores resultados que las cofias elaboradas por el sistema convencional.

Otro estudio que demuestra mejores resultados en la adaptación marginal en cofias de aleación Co-Cr realizadas por el sistema de fresado de bloques pre sinterizados fue publicada por Real et al, quienes realizaron un estudio donde evaluaron la adaptación marginal de las coronas metal cerámicas durante las tres etapas de confección: confección de cofia metálica, después de aplicación de la porcelana y

después de la cementación. Se trabajó con 80 cofias realizadas por diferentes técnicas y dentro de estas el sistema convencional de la cera perdida y el sistema de fresado de bloque blando presinterizado Co-Cr Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Alemania) en seco por CAD/CAM; donde se obtuvieron medidas de adaptación marginal en la etapa de confección de la cofia de  $31.04 \pm 11.08 \mu\text{m}$  para el sistema de fresado en seco por CAD/CAM frente a  $109.60 \pm 27.85 \mu\text{m}$  del sistema convencional, valores parecidos a los encontrados en el presente estudio.<sup>42</sup>

La técnica del colado de patrones de cera es una técnica ampliamente utilizado debido a que nos permite una mejor manipulación, la posibilidad de conformar los patrones de cera precisamente, la cual será posteriormente eliminado completamente del molde mediante calentamiento, sin embargo este proceso de fabricación presenta varias limitaciones a saber tales como la sensibilidad térmica, memoria de elasticidad y el alto coeficiente de expansión térmica donde el proceso más delicado es la confección y colado de los patrones de cera y esta amerita el más mínimo cuidado. Se reportó en estudios que el acto de remover los patrones de cera del molde puede con llevar a una variación de la adaptación marginal generando una apertura alrededor de  $35 \mu\text{m}$ .<sup>2</sup> Otro factor que pudo haber intervenido en los resultados es el cambio dimensional de la impresión PVS que es de 0.05% y la expansión del yeso tipo IV usado en la confección de los modelos de trabajo que es de 0.05 a 0.07%<sup>43</sup>.

## **IX. CONCLUSIONES**

1. Las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas por el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM, según tipo de corte y punto marginal, presentan mejor adaptación marginal que las cofias confeccionadas por la técnica de la pérdida colada por centrifugación convencional. Al comparar la adaptación interna, según tipo de corte, zona y punto interno, tanto en la zona axial como coronal no fueron lo suficientemente concluyentes para determinar que una técnica es mejor que la otra.
2. La discrepancia de la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte y punto marginal presentan promedios entre 86.65 $\mu\text{m}$  y 97.66  $\mu\text{m}$ .
3. La discrepancia de la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional según tipo de corte, zona y punto interno presentan promedios entre 42.30 $\mu\text{m}$  y 209.19  $\mu\text{m}$ .
4. La discrepancia de la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas por sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte y punto marginal presentan promedios entre 32.81 $\mu\text{m}$  y 70.18 $\mu\text{m}$ .
5. La discrepancia de la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas por sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM según tipo de corte, zona y punto interno presentan promedios entre 86.97 $\mu\text{m}$  y 153.02 $\mu\text{m}$ .

6. Al comparar la adaptación marginal, según tipo de corte y punto, en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas mediante la dos técnicas: de la cera pérdida colada por centrifugación convencional y el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM; las cofias que presentaron mejor adaptación marginal fueron las confeccionadas por el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM en sentido vestíbulo-palatino con una diferencia estadísticamente significativa en comparación con la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional pero en sentido mesio-distal numéricamente el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM presento mejor adaptación marginal en comparación con la técnica de cera pérdida colada por centrifugación convencional pero no hubo diferencia estadísticamente significativa.
7. Al comparar la adaptación interna, según tipo de corte, zona y punto interno, en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas mediante las dos técnicas: de la cera pérdida colada por centrifugación convencional y el sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM; las cofias que presentan una mejor adaptación interna en la zona axial tanto en sentido mesio-distal como vestíbulo-palatino fueron las que se elaboraron mediante la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional. Las cofias que presentan una mejor adaptación interna en la zona oclusal tanto en sentido mesio-distal como vestíbulo-palatino fue para la técnica de fresado en seco CAD/CAM. Tanto en la zona axial como coronal no fueron lo suficientemente concluyentes para determinar que una técnica es mejor que la otra.

## **X. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar estudios donde se compare la adaptación marginal e interna en cofias realizadas con diferentes materiales y sistemas de confección.
- Se recomienda realizar investigaciones donde se evalúe la adaptación marginal e interna de cofias metálicas confeccionadas mediante diferentes sistemas antes y después de la aplicación de porcelana.
- Se recomienda realizar estudios donde comparen las medidas de la adaptación marginal mediante sistema de visión directa, frente a las réplicas de silicona y ver si existen diferencias en los resultados.
- Se sugiere evaluar la adaptación marginal e interna con otra línea de terminación tipo bisel de  $135^\circ$ .
- Se recomienda realizar estudios donde comparen las medidas de la adaptación marginal e interna modificando el ángulo de convergencia.
- Se recomienda realizar estudios donde comparen las medidas de la adaptación marginal e interna modificando la diferencia de alturas de la terminación vestíbulo-palatina y mesio- vestibular.
- Se recomienda realizar estudios donde se realice la medida de la adaptación marginal e interna con réplicas de silicona, donde se compare las diferentes siliconas VPES, VPS y de condensación.

## XI. REFERENCIAS

1. Toman M, Toksavul S, Artunc C, Türkün M, Schmage P, Nergiz I. Influence of Luting Agent on the Microleakage of All-Ceramic Crowns. *J Adhes Dent*. 2007 Feb; 9(1):39-47.
2. Bottino MA, Valandro LF, BusoL, Ozcan M. The influence of cervical finish line, internal relief, and cement type on the cervical adaptation of metal crown. *Quintessence Int*. 2007 Jul-Aug; 38(7):425-32.
3. Bindl A, Mörmann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations. *J Oral Rehabil*. 2005 Jun; 32(6):441-7.
4. Tamac E, Toksavul S, Toman M. Clinical marginal and internal adaptation of CAD/CAM milling, laser sintering, and cast metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent*. 2014 Oct; 112(4):909-13.
5. Wang H, Feng Q, Li N, Xu S. Evaluation of metal-ceramic bond characteristics of three dental Co-Cr alloys prepared with different fabrication techniques. *J Prosthet Dent*. 2016 Jul 23 (16)30203-7.
6. Darvell BW. *Glossary of Terms for Dental Materials Science*. 12<sup>th</sup> Ed. India: Woodhead Publisher; 2012.
7. Kokubo Y, Nagayama Y, Tsumita M, Ohkubo C, Fukushima S, Vult von Steyern P. Clinical marginal and internal gaps of In-Ceram crowns fabricated using the GN-I system. *J Oral Rehabil*. 2005 Oct; 32(10):753-8.
8. Kim KB, Kim JH, Kim WC, Kim HY, Kim JH. Evaluation of the marginal and internal gap of metal-ceramic crown fabricated with a selective laser sintering technology: two-and three-dimensional replica techniques. *J Adv Prosthodont*. 2013 May; 5(2):179-86.
9. Huang Z, Zhang L, Zhu J, Zhang X. Clinical marginal and internal fit of metal ceramic crowns fabricated with a selective laser melting technology. *J Prosthet Dent*. 2015 Jun; 113 (6):623-7.
10. Örtorp A, David Jönsson D, Mouhsen A, Steyern P. The fit of cobalt–chromium three-unit fixed dental prostheses fabricated with four different techniques: A comparative in vitro study. *Dent Mater*. 2011; Apr; 27(4):356-63.
11. Colpani JT, Borba M, Della Bona A. Evaluation of marginal and internal fit of ceramic crown copings. *Dent Mater*. 2013; 29:174-80.
12. Nesse H, Akervik D, Myhre M, Oilo M. Internal and marginal fit of cobalt-chromium fixed dental prostheses fabricated with 3 different techniques. *J Prosthet Dent*. 2015 Nov; 114(5):686-92.
13. Howard W, Berzins D, Keith Moore K, Charlton D. Metal-Ceramic Alloys in Dentistry: A Review. *J Prosthodont* .2009; 18: 188–194.
14. Serra J, Cano J, Cabratosa J, Figueras O. Adhesion of dental porcelain to cast, milled, and laser-sintered cobalt-chromium alloys: Shear bond strength and sensitivity to thermocycling. *J Prosthet Dent*. 2014 Sep; 112(3):600-5.
15. Rosentiel SF, Land MF, Fujimoto J. *Prótesis Fija Contemporánea*. Barcelona: Elsevier; 2009.
16. Syu JZ, Byrne G, Laub LW, Land MF. Influence of finish-line geometry on the fit of crowns. *Int J Prosthodont*. 1993 Jan-Feb; 6(1):25-30.
17. Kane LM, Chronaios D, Sierraalta M, George FM. Marginal and internal adaptation of milled cobalt-chromium copings. *J Prosthet Dent*. 2015 Nov; 114 (5):680-5.
18. Akbar JH, Petrie CS, Walker MP, Williams K, Eick JD. Marginal adaptation of Cerec 3 CAD/CAM composite crowns using two different finish line preparation designs. *J Prosthodont*. 2006 May-Jun; 15(3):155-63.



19. Zeng L, Zhang Y, Zheng L, Wei B. Effects of repeated firing on the marginal accuracy of Co-Cr copings fabricated by selective laser melting. *J Prosthet Dent*. 2015 Feb; 113(2):135-9.
20. Land M, Hopp C. Survival Rates of All-Ceramic Systems Differ by Clinical Indication and Fabrication Method. *J Evid Based Dent Pract*. 2010 Mar; 10(1):37-8.
21. Vojdani M, Torabi K, Farjood E, Khaledi A. Comparison the Marginal and Internal Fit of Metal Copings Cast from Wax Patterns Fabricated by CAD/CAM and Conventional Wax up Techniques. *J Dent (Shiraz)*. 2013 Sep; 14(3):118-29.
22. Cogolludo PG, Suarez MJ, Peláez J, Lozano JF. Influence of melting and casting methods and finish line design on the marginal discrepancy of nickel-chromium-titanium alloy crowns. *Int J Prosthodont*. 2010 Sep-Oct; 23(5):443-5.
23. Ucar Y, Akova T, Musa A, Brantley W. Internal fit evaluation of crowns prepared using a new dental Crown fabrication technique: Laser-sintered Co-Cr crowns. *J Prosthet Dent*. 2009 Oct; 102(4):253-9.
24. Lombardo G, Nishioka R, Souza R, Michida S, Kojima A, Mesquita A, Buso L. Influence of Surface Treatment on the Shear Bond Strength of Ceramics Fused to Cobalt–Chromium. *J Prosthodont*. 2010 Feb; 19(2):103-11.
25. Li J, Ye X, Li B, Liao J, Zhuang P, Ye J. Effect of oxidation heat treatment on the bond strength between a ceramic and cast and milled cobalt-chromium alloys. *Eur J Oral Sci*. 2015 Aug; 123(4):297-304.
26. Quante K, Ludwing K, Kern M. Marginal and internal fit of metal-ceramic crowns fabricated with a new laser melting technology. *Dent Mater*. 2008 Oct; 24 (10):1311-5.
27. Huang Z, Zhang L, Zhu J, Zhao Y, Zhang X. Clinical Marginal and Internal Fit of Crowns Fabricated Using Different CAD/CAM Technologies. *J Prosthodont*. 2015 Jun; 24(4):291-5.
28. Neart I, Van der Donck A, Beckers L. Precision of fit and clinical evaluation of all-ceramic full restorations followed between 0.5 and 5 years. *J Oral Rehabil*. 2005 Jan; 32 (1):51-7.
29. Taggart W. A new Accurated method of making gold inlays. *Dental Cosmos*. 1907 nov; 49(11):1117-21.
30. Asgar K. Casting metals in dentistry: past – present – future. *Adv Dent Res*. 1988; 2(1):33-43.
31. Macchi RL. *Materiales dentales*. 4ta ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2011.
32. Rhoads JE, Rudd KD, Morrow RM. *Procedimientos en el laboratorio dental*. Tomo1. Barcelona: Salvat; 1988.
33. Riquier R. Comparación de la técnica de fresado y la sinterización por láser. *Quintessence técnica*. 2007 feb; 18(2):66-78.
34. Park JK, Wan WS, Kim HY, Kim WC, Kim JH. Accuracy evaluation of metal copings fabricated by computer-aided milling and direct metal laser sintering systems. *J Adv Prosthodont*. 2015 Apr; 7(2):122-8.
35. Lee D, Lee B, Kim S , Lee K. Shear bond strength of porcelain to a new millable alloy and a conventional castable alloy. *J Prosthet Dent*. 2015 Apr; 113(4):329-35.
36. Kim K, Kim J, Kim W, Kim J. Three-dimensional evaluation of gaps associated with fixed dental prostheses fabricated with new technologies. *J Prosthet Dent*. 2014 Dec; 112(6):1432-61.
37. Noack F. Millable CoCr blanks for in-house manufacture: value creation, control and convenience CoCr Revolution. *Dental dialogue*. 2012 Ago; 13: 1-5.

38. Vojdani M, Torabi K, Atashkar B, Heidari H, Torabi Ardakani M. A Comparison of the Marginal and Internal Fit of Cobalt- Chromium Copings Fabricated by Two Different CAD/CAM Systems (CAD/ Milling, CAD/ Ceramill Sintron). *J Dent (Shiraz)*. 2016 Dec; 17(4):301-308.
39. Park J, Kim H, Kim W, Kim J. Evaluation of the fit of metal ceramic restorations fabricated with a pre-sintered soft alloy. *J Prosthet Dent*. 2016 Dec; 116(6):909-915.
40. Kocaağaoğlu H, Kılınç Hİ, Albayrak H, Kara M. In vitro evaluation of marginal, axial, and occlusal discrepancies in metal ceramic restorations produced with new technologies. *J Prosthet Dent*. 2016 Sep; 116(3):368-74.
41. Beuer F, Edelhoff D, Gernet W, Naumann M. Effect of preparation angles on the precision of zirconia crown copings fabricated by CAD/CAM system. *Dent Mater J*. 2008 Nov; 27(6):814-20.
42. Real F, Romano E, Figueras O, Brufau M, Cabratosa J. Comparison of the Marginal Fit of Cobalt-Chromium Metal-Ceramic Crowns Fabricated by CAD/CAM Techniques and Conventional Methods at Three Production Stages. *Int J Prosthodont*. 2017 May/June; 30(3):304–305.
43. Arpa M. Revisión de los últimos 10 años del análisis in vitro del ajuste marginal e interno de estructuras metálicas para prótesis fija dentosoportada [tesis magister en Odontología]. Madrid:Universidad Complutense de Madrid; 2012.

## ANEXOS

**ANEXO 1**  
**Operacionalización de Variables**

TIPO	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION	VALORES O CATEGORIAS
Cuantitativa	Espesor en la zona cervical de la película de silicona VPES Fit CheckerTM Advance entre la preparación y la cofia metálica.	Razón	Micrómetros (um)
Cuantitativa	Espesor en la zona axial y oclusal de la película de silicona VPES Fit CheckerTM Advance entre la preparación y la cofia metálica.	Razón	Micrómetros (um)
Cualitativa	Técnica de reemplazo de un patrón de cera por metal fundido y centrifugación convencional.  Fresado en seco de bloques pre sinterizados de aleación Co-Cr.	Nominal dicotómico	Técnica de la cera pérdida colada por centrifugado convencional.  Técnica de sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM
Cualitativa	Chámfer: De forma de media línea curva.	Nominal dicotómica.	Chámfer.

Cualitativa	Sección de la réplica de silicona en forma de cruz. Dividiéndola en 4 partes iguales.	Nominal politómica.	Vestíbulo-palatino.  Mesio-distal.
Cuantitativa	Espesor de película de la silicona VPES Fit Checker™ Advance en puntos marginales (A, F), medidos de forma perpendicular.	Razón	Micrómetros (um)
	Espesor de película de la silicona VPES Fit Checker™ Advance en puntos internos (B, C, D, E), medidos de forma perpendicular.		Micrómetros (um)

VARIABLE	DIMENSION	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL
Adaptación marginal (variable dependiente)	-----	Grado de ajuste con el que encaja una restauración sobre el margen cervical de una preparación.	Discrepancia a nivel de la zona cervical entre la superficie de la preparación en el modelo y la superficie interna de la cofia metálica.
Adaptación interna (variable dependiente)	----	Grado de ajuste con el que encaja una restauración sobre una preparación a nivel axial y oclusal.	Discrepancia a nivel de la zona axial y oclusal entre la superficie de la preparación en el modelo y la superficie interna de la cofia metálica.
Técnicas de Fabricación de cofias (variable independiente)	-----	Son procesos que transforman materiales modificando su forma y características según un diseño.	Son métodos variados que permiten la elaboración de cofias en Co- Cr las cuales pueden realizarse mediante procedimientos convencionales o mecanizados

<p>Tipo de terminación (covariable)</p>	<p>-----</p>	<p>Preparación dentaria cervical hasta la cual llega y se adapta el margen de la restauración.</p>	<p>Chámfer: línea de terminación cervical.</p>
<p>Zona de Medición (covariable)</p>	<p>Tipo de corte</p>	<p>Sección de la réplica de silicona según la dirección del corte.</p>	<p>Vestíbulo-palatino: sección de la réplica de silicona de vestibular a palatino.</p> <p>Mesio-distal: sección de la réplica de silicona de mesial a distal.</p>
	<p>Punto de medición marginal</p>	<p>Distancia en la zona cervical de los puntos marginales de la réplica de silicona.</p>	<p>Puntos marginales (A, F) más extremo de la zona cervical de la línea de terminación en sentido vestibulo-palatino y mesio-distal.</p>
	<p>Punto de medición interna</p>	<p>Distancia en la zona axial y oclusal de los puntos internos de la réplica de silicona.</p>	<p>Puntos internos de la zona axial (B, E): Mitad de la cara axial en sentido vestibulo-palatino y mesio-distal.</p> <p>Puntos internos de la zona oclusal (C, D): mitad de vertiente y reborde marginal en sentido vestibulo-palatino y mesio-distal.</p>

## ANEXO 2

Ficha de recolección de datos												
Técnica de Fresado en seco "CERAMILL"												
Puntos de evaluación												
	A1 μm	B1 μm	C1 μm	D1 μm	E1 μm	F1 μm	A2 μm	B2 μm	C2 μm	D2 μm	E2 μm	F2 μm
Muestra N° 1	42.27	57.37	150.41	111.84	126.37	26.18	35.03	171.53	139.8	123.19	128.39	40.5
Muestra N° 2	31.36	61.6	130.33	61.55	132.11	31.44	72.7	100.41	100.46	85.1	203.31	50.05
Muestra N° 3	44.03	113.61	101.38	122.51	91.58	35.31	96.7	239.64	101.73	113.1	67.36	81.99
Muestra N° 4	19.05	137.45	81.8	158.47	55.14	24.26	50.58	176.58	121.93	130.82	143.72	50.58
Muestra N° 5	22.61	75.03	129.03	100.53	104.21	22.21	40.9	72.03	113.15	101.61	218.58	82.42
Muestra N° 6	28.99	105.9	107.95	156.5	81.64	39.88	118.36	119.63	137.26	134.63	169.3	112.07
Muestra N° 7	44.43	62.24	145.46	102.82	127.17	49.79	60.23	235.13	118.12	135.92	58.64	66.59
Muestra N° 8	40.9	157.09	64.88	159.45	49.59	40.52	53.6	96.66	104.15	93.99	200.19	42.22
Muestra N° 9	30.53	151.22	64.91	160.19	34.66	34.66	80.63	145.34	89.23	88.91	174.11	115.6
Muestra N° 10	30.58	146.5	100.04	146.27	82.16	50.41	80.02	149.89	99.19	99.06	143.66	80.84
Muestra N° 11	30.53	123.22	69.33	94.39	77.48	30.53	40.5	143.35	81.91	72.4	148.35	49.4
Muestra N° 12	30.58	141.07	76.89	146.06	54.83	30.58	68.87	100.53	104.21	102.88	218.69	73.84
Muestra N° 13	30.71	44.74	101.1	40.99	113.61	39.86	56.64	184.79	58.42	59.69	115.01	66.24



### Ficha de recolección de datos

Ficha de recolección de datos												
Técnica de Colado por colado convencional												
Puntos de evaluación												
	A1 μm	B1 μm	C1 μm	D1 μm	E1 μm	F1 μm	A2 μm	B2 μm	C2 μm	D2 μm	E2 μm	F2 μm
Muestra N° 1	74.8	58.43	161.45	164.85	79.57	29.97	32.45	78.74	176.58	200.67	24.26	117.3
Muestra N° 2	219.94	43.35	162.1	184.71	65.94	52.5	149.09	25.43	196.96	184.23	72.57	84.42
Muestra N° 3	32.77	93.41	133.51	188.51	66.82	26.18	87.67	35.65	188.08	130.84	53.35	54.15
Muestra N° 4	124.57	29.32	176.78	147.16	61.03	27.85	23.02	52.46	216	195.59	43.35	50.32
Muestra N° 5	154.27	45.74	162.5	166.99	68.07	49.4	56.87	69.86	201.18	223.66	87.48	96.13
Muestra N° 6	48.49	95.25	150.94	331.73	36.98	296.2	224.83	29.32	278.15	279.52	37.37	202.63
Muestra N° 7	37.76	53.6	100.85	161.18	35.42	56.92	75.03	53.35	119.41	162.05	35.76	74.54
Muestra N° 8	57.84	54.61	123.36	126.2	79.39	68.84	44.23	14.02	164.24	128.38	29.46	38.62
Muestra N° 9	113.38	35.56	280.5	231.67	69.15	90.92	63.5	80.17	296	298.51	26.79	168.26
Muestra N° 10	153.04	60.17	254.19	242.08	58.56	156.06	210.97	43.44	265.52	242.8	55.94	122.51
Muestra N° 11	35.96	100.43	167.65	115.3	46.83	28.96	48.79	20.32	219.75	177.81	114.87	58.17
Muestra N° 12	57.93	51.37	90.56	157.68	50.56	60.33	42.22	11.43	129.54	120.66	58.47	57.73
Muestra N° 13	54.71	59.91	150.38	328.84	35.65	251.86	133.74	35.76	268.09	304.41	44.45	144.81

## ANEXO 3

### Zonas de medición de la réplica de silicona

#### Tipo de corte vestíbulo-palatino

A1: Punto marginal zona cervical vestibular.

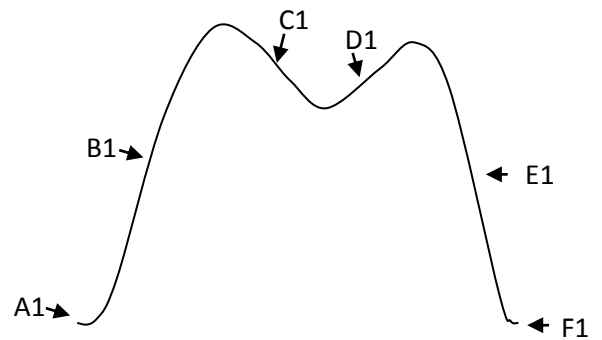
B1: Punto interno zona axial vestibular.

C1: Punto interno zona oclusal vestibular.

D1: Punto interno zona oclusal palatino

E1: Punto interno zona axial palatino.

F1: Punto marginal zona cervical palatino.



#### Tipo de corte mesio-distal

A2: Punto marginal zona cervical mesial.

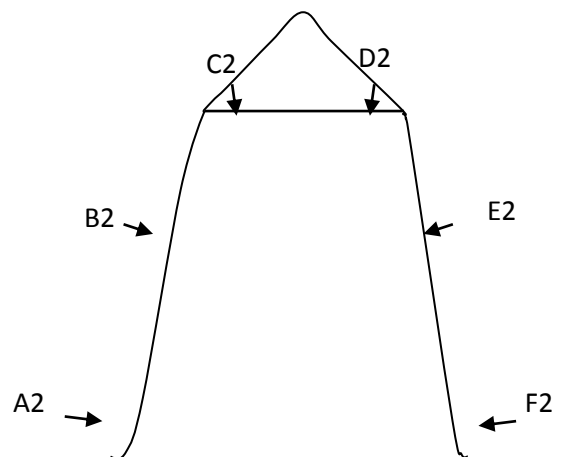
B2: Punto interno zona axial mesial.

C2: Punto interno zona oclusal mesial.

D2: Punto interno zona oclusal distal.

E2: Punto interno zona axial distal.

F2: Punto marginal zona cervical distal.



Referencias para zonas de medición (referencia tomada de Nesse H et al<sup>12</sup>)

## ANEXO 4

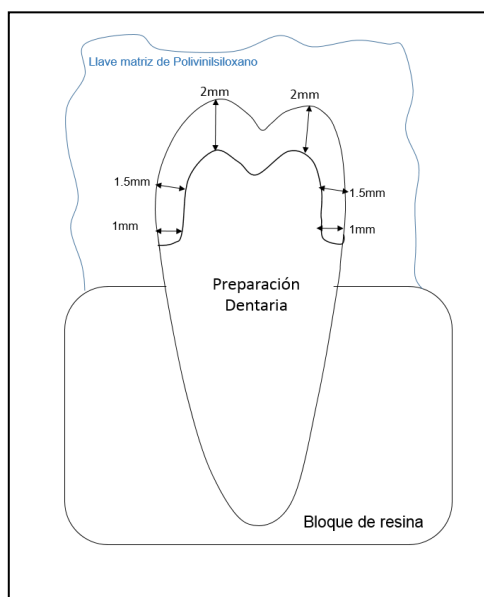
### Selección diente para elaboración del modelo maestro



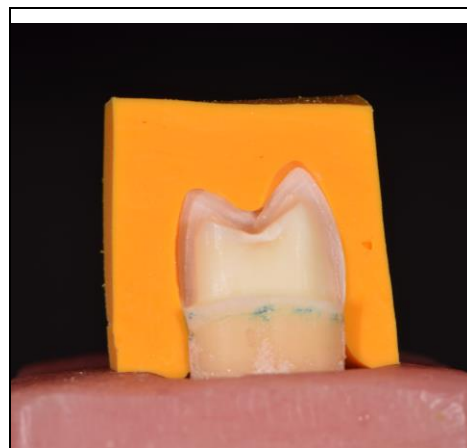
**Figura1.** Pieza dentaria ubicada en base acrílica, previa la preparación dentaria que nos sirvió como guía para la confección del modelo maestro,(Vista vestibular de premolar superior.)

## ANEXO 5

### Protocolo de preparación dentaria.



**Figura 2.** Referencias para desgaste dentario oclusal y axial con guía de llave matriz de silicona (referencia tomada de Akbar JH, Petrie C, Walker MP, Williams K Eick JD)<sup>18</sup>

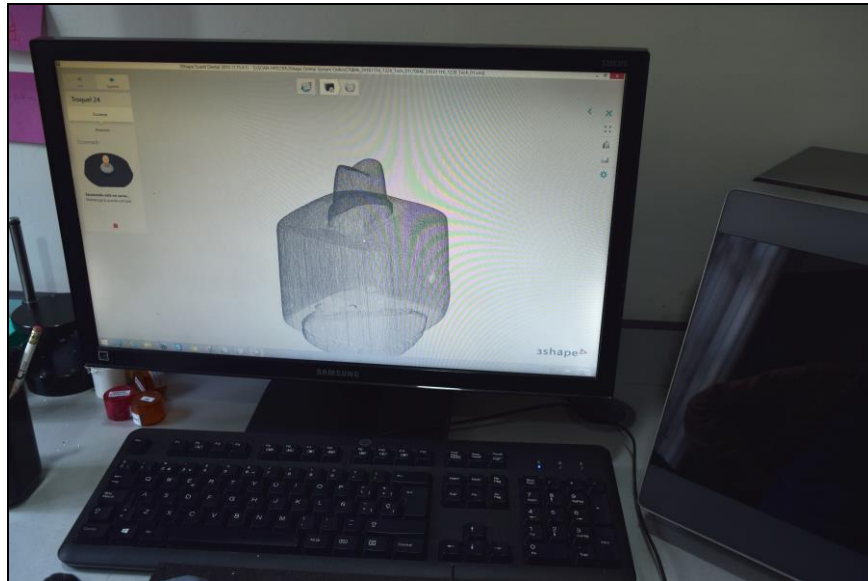


**Figura 3.** Preparación dentaria con fresa troncocónica.

**Figura 4.** Llave de silicona guía.

## ANEXO 6

### Elaboración del modelo maestro



**Figura 5.** Escaneado del modelo maestro con el sistema CAD-CAM Ceramill Sintron Map 400



**Figura 6.** Modelo maestro finalizado y posicionado en una base acrílica para facilitar su manipulación. (M, vista mesial)

## ANEXO 7

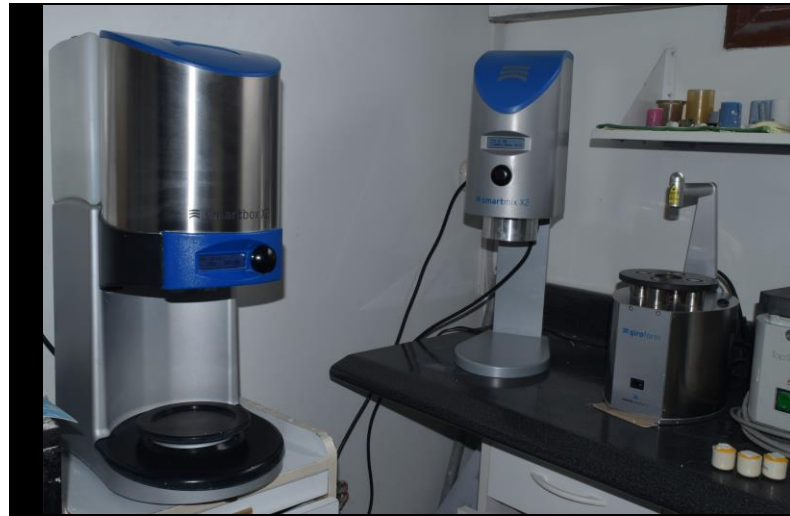
### Toma de impresión del maestro



**Figura 7.** Impresiones del modelo maestro con la técnica de doble mezcla en un solo paso, previamente se adaptó el modelo maestro a una cubeta plástica.

## ANEXO 8

### Elaboración de modelos de trabajo



**Figura 8.** Dosificador de yeso Smartbox X2 y mezclador Smartmix de la casa Amanngirrbach.



**Figura 9.** Obtención del modelo de yeso, el cual se utilizó para la confección de las cofia.

## ANEXO 9

### Confección de cofias de Co-Cr mediante la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional



**Figura 10.** Modelo de trabajo para la elaboración de cofias por la técnica de la cera pérdida colada por centrifugación convencional, nótese la aplicación del espaciador a 1 mm de la línea de terminación.

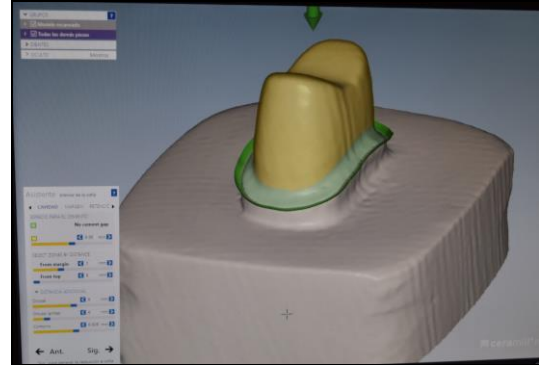


**Figura 11.** Cofia de aleación Co-Cr finalizada y asentada sobre modelo maestro.



## ANEXO 10

### Confección de cofias de Co-Cr mediante la técnica de fresado de bloques en seco mediante sistema CAD-CAM



**Figura 12.** Ambiente de trabajo del sistema Cad-Cam, lado derecho se observa el sistema de escaneo Ceramill® Map 400 y al lado izquierdo la máquina de fresado Ceramill ®motion 2.

**Figura 13.** Escaneo del modelo, diseño y delimitación con el software Ceramill® mind, para confección de cofias con medidas de 25um nivel marginal (1mm de la terminación) y 50u interna.



**Figura 14.** Tallado/fresado de los bloques pre sinterizados de aleación Co-Cr.  
**Figura 15.** Cofias de Co-Cr pre sinterizadas ubicadas en la bandeja de para su proceso de sinterización



**Figura 16.** Ubicación de la bandeja dentro de la máquina de sinterizado Ceramill® Argotherm, para su proceso de sinterizado por un periodo 5 horas a una temperatura de 1280 °C, finalizar este proceso hay una contracción de 11%, dato brindado por el fabricante.

## ANEXO 11

### Prueba piloto para calibración de medidas



**Figura 17.** Evaluación visual de la falta de asentamiento de la cofia de 10 $\mu$ m a nivel cervical y de 50 $\mu$ m interna.

**Figura 18.** Evaluación exploratoria de la falta de asentamiento de la cofia de 10 $\mu$ m a nivel cervical y de 50 $\mu$ m interna.

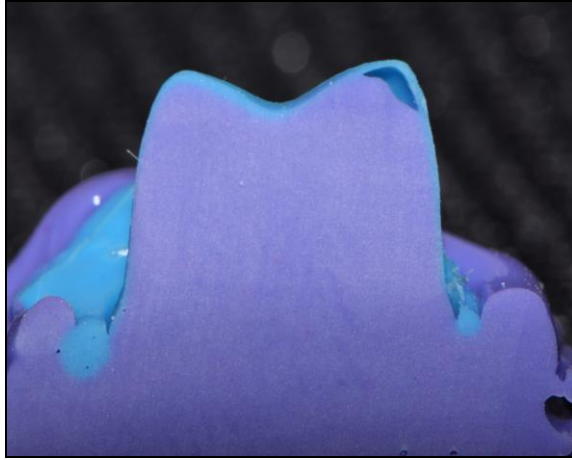


**Figura 19.** Evaluación visual del correcto asentamiento de la cofia de 25  $\mu$ m a nivel cervical y de 50 $\mu$ m interna.

**Figura 20.** Evaluación exploratoria del correcto sellado de la cofia de 25 $\mu$ m a nivel cervical y de 50 $\mu$ m interna.

## ANEXO 12

### Evaluación de la adaptación marginal e interna- prueba piloto



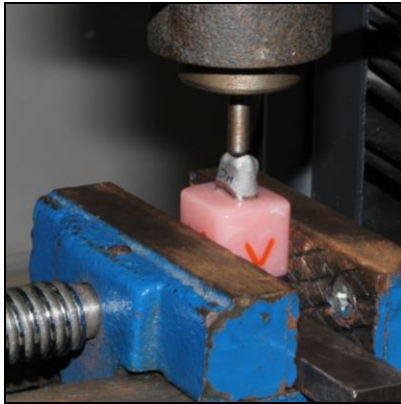
**Figura 21.** Pruebas con diferentes materiales para realizar la evaluación de la adaptación marginal con el método de réplicas de silicona, silicona de adición de consistencia fluida y mediana, se observa el poco contraste de color en los materiales.



**Figura 22.** Silicona de adición fluida y un acrílico de combustión completa, se observa el desgarro del material.

## ANEXO 13

### Evaluación de la adaptación marginal e interna



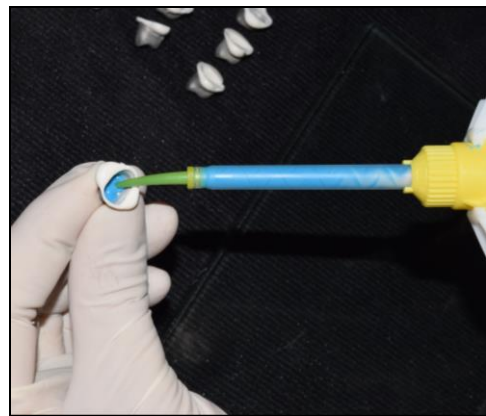
**Figura 23.** Máquina digital de ensayo universal Instron CTM-5L (LG Electronics, Seúl, Korea), que fue utilizado para realizar presionar las cofias durante las impresiones, se observa instrumento de punta cilíndrica con extremo redondeado ubicado sobre la cofia ejerciendo presión de 15N .



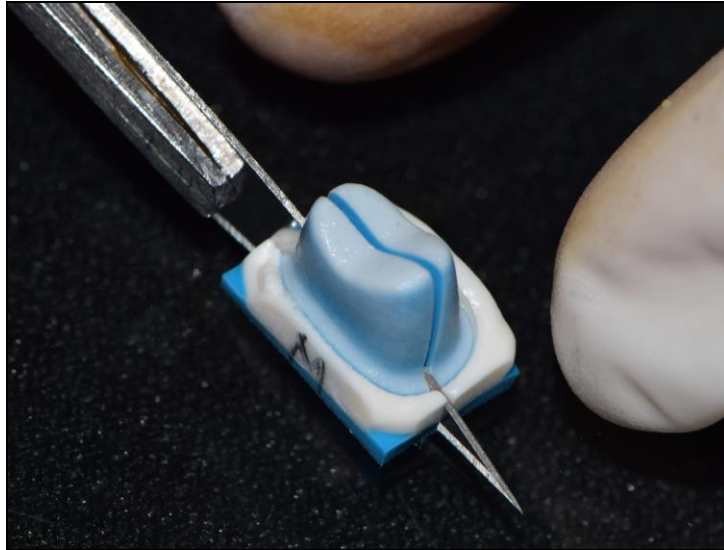
**Figura 24.** Silicona VPES blanco Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japan).



**Figura 25.** Impresión de las cofias, se observa la conservación de la película de silicona en el interior.



**Figura 26.** Inyección de la silicona elite HD light Body® Zhermack en la parte interna de la cofia.



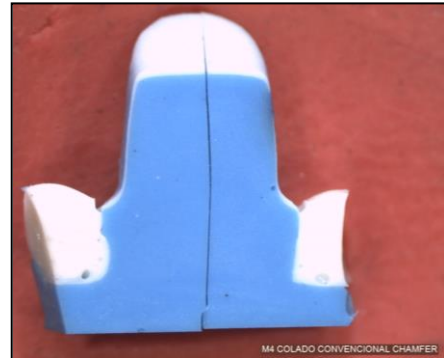
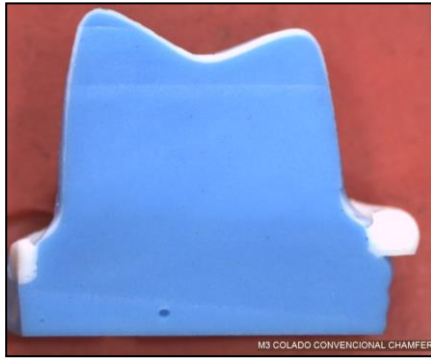
**Figura 27.** Sección de la réplica de silicona en sentido vestíbulo palatino, cada corte se realizó con una hoja de bisturí nueva adaptada a un mango de bisturí N°3.



**Figura 28.** Réplicas de silicona seccionadas con sus respectivas cofias rotuladas en envases lista para ser evaluadas al microscopio.

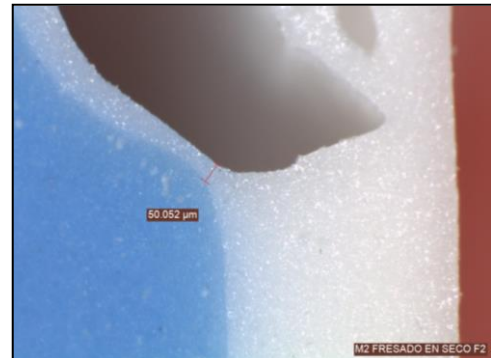
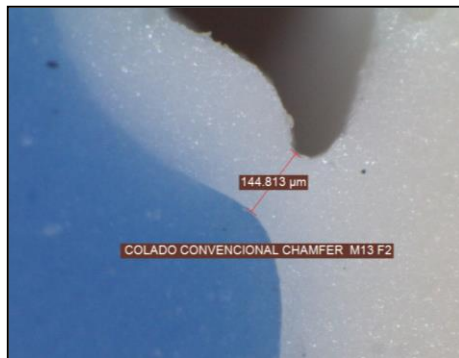
## ANEXO 19

### Cortes de las réplicas de silicona y evaluación al microscopio.



**Figura 29.** Corte vestibulo-palatino de modelo de réplicas de silicona para evaluación de adaptación marginal.

**Figura 30.** Corte mesio-distal de modelo de réplicas de silicona para evaluación de adaptación marginal.



**Figura 31.** Medida al microscopio de la adaptación marginal en el punto F1 y F2 de la réplica de silicona de las cofias elaboradas por la técnica de cera pérdida colada convencional y del sistema de fresado de bloques en seco asistido por CAD/CAM respectivamente