

ANÁLISIS DE SELLADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EN COLADOS  
REALIZADOS EN CENTRÍFUGA CONVENCIONAL Y CENTRÍFUGA POR  
INDUCCIÓN

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

SANTIAGO GONZALEZ GIRALDO  
MARCELA LOZADA CARDONA  
DANIELA PATIÑO MENDOZA

UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI  
FACULTAD DE SALUD  
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA DENTAL  
CALI  
2021

ANÁLISIS DE SELLADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EN COLADOS  
REALIZADOS EN CENTRÍFUGA CONVENCIONAL Y CENTRÍFUGA POR  
INDUCCIÓN

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

SANTIAGO GONZALEZ GIRALDO  
MARCELA LOZADA CARDONA  
DANIELA PATIÑO MENDOZA

Asesor  
WILLIAM JOSE MARTINEZ BONILLA  
Docente Académico

UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI  
FACULTAD DE SALUD  
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA DENTAL  
CALI  
2021

### Lista de abreviaciones.

- CAD/CAM: CAD (Diseño Asistido por Computador), CAM (Manufactura Asistida por Computador).
- gr: Gramos.
- mm: Milímetros.
- cm: Centímetros.
- seg: Segundos.
- Co: Cobalto.
- Cr: Cromo.
- Ni: Níquel.
- Be: Berilio.
- Fe: Hierro.
- Si: Silicio.
- Mn: Manganeseo.
- CPC: Cera perdida por centrifugación.
- CPI: Cera perdida por inducción.
- CPCI: Cera perdida colada por inducción.
- CPCC: Cera perdida colada por centrifugación.
- MPa: Megapascales.
- $\mu\text{m}$ : Micromol o micrómetro.
- PSI: Libra por pulgada cuadrada.
- HV10: Escalada de medida Vickers.
- °C: Grados centígrados.
- ADA: Asociación Dental Americana.
- rpm: Revoluciones por minuto.
- VA: Voltios-Amperios.

## TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 Planteamiento del problema.....	6
1.2 Justificación.....	6
1.3 Objetivo General.....	6
1.4 Objetivos Específicos.....	6
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	7
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	13
3.1 Tipo de investigación.....	13
3.2 Técnica de centrífuga convencional.....	13
3.3 Técnica de centrífuga por inducción.....	15
3.4 Aleación Co-Cr.....	16
3.5 Cad/Cam escaner extra oral.....	17
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	19
CAPITULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSION.....	21
Glosario.....	23
BIBLIOGRAFÍA.....	25

## LISTA DE TABLAS

• Tabla 1: Descripción de las centrífuga convencional.....	15
• Tabla 2: Descripción de las centrífuga de inducción.....	16
• Tabla 3: Descripción de las aleaciones utilizadas.....	17
• Tabla 5: Descripción del equipo de CAD/CAM.....	18

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

La técnica de centrifugado convencional y la técnica de centrifugado por inducción son las técnicas más utilizadas por los laboratoristas para la confección de estructuras metálicas, pero con el tiempo se ha venido presentando una desadaptación marginal en el momento de ser probados en el modelo o en la cavidad oral del paciente. Una buena adaptación de una estructura metálica en el modelo a realizar permite que el trabajo del laboratorista dental sea adecuado para ofrecerle un cumplimiento en el tratamiento al odontólogo y también al paciente.

La adaptación marginal de una estructura metálica se conoce como la exactitud con que la estructura tiene un sellado perfecto con la línea de terminación para obtener una buena adaptación marginal de la estructura metálica, el objetivo será precisar cuál de las dos técnicas de centrifugado es la más precisa para la adaptación de una estructura metálica que tenga una adecuada unión con el troquel.

La técnica de fundición con centrifuga convencional, es una técnica que se utiliza desde hace muchos años y a pesar de haber nuevas tecnologías, la convencional sigue estando en tendencia en los laboratorios dentales, en la cual se utiliza un soplete de regadera que mezcla oxígeno con gas natural. Por otra parte, la técnica de centrifuga por inducción es una técnica que tiene un procedimiento similar a la centrifuga convencional, solo que para este proceso no es necesario un soplete de regadera para generar el calor, siendo una técnica más tecnológica ya que su proceso de colado es mediante una máquina que funde las aleaciones a través de una frecuencia eléctrica generando el calor por medio de un sistema llamado ánodo-cátodo, lo que quiere decir que el ánodo es el electrodo donde se lleva a cabo la oxidación y el cátodo es el electrodo donde se lleva a cabo la reducción, donde la aleación es atraída opuestamente generando una desestabilización que aumenta la temperatura para convertir la aleación a líquida, esto hace más eficiente el proceso de fundición en la aleación y así disminuye el tiempo de trabajo.

Existen diferentes tipos de investigaciones para realizar estudios sobre unas comparaciones entre una centrifuga convencional y una centrifuga de inducción. En este caso se evaluaron dos técnicas de colado en la cual se realizaron comparaciones de cuál de las dos técnicas tiene mejor adaptación de la estructura metálica en el troquel. La primera fue la centrifuga convencional por cuerda y colado manual Kerr (Kerr Corporation, California, USA). La segunda técnica fue

centrifugado eléctrico y colado por inducción Fornax (BEGO GmbH, Bremen, Alemania), utilizaron la aleación cobalto – cromo (Co – Cr) porque es una de las aleaciones más utilizadas para la realización de estructuras metálicas. Este proceso consistió en elaborar copias en Sistema Cad/Cam con un escaneo del modelo de estudio para luego obtener las copias en impresión 3D, se realiza una colocación de los bebederos para que el metal fluya y pase a tomar las formas de las copias, posteriormente las copias fueron colocadas en un anillo, el cual fue revestido con un material refractario Bellavest.SH (BEGO), revestimiento de fosfato libre de grafito, con el fin de que el revestimiento se calentara hasta que se calcinaran las copias en cera de fresado para así pasar al proceso de fundición.

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La magnitud del problema va enfocada en las estructuras metálicas, en la adaptación al modelo de estudio y el menor margen de error en el borde marginal debido que a su elaboración puede haber alguna alteración indeseada que puede crear un mal ajuste. El trabajo a realizar se enfocará en estudiar de cerca las técnicas de centrifuga convencional y centrifuga por inducción para saber cuál de las técnicas presenta una mejor adaptación marginal.

### **1.2 JUSTIFICACIÓN.**

Es importante conocer las técnicas de colados para estructuras metálicas, de estas técnicas las que más se utilizan en un laboratorio dental son centrifuga convencional y centrifuga por inducción para la elaboración de la estructura metálica. El estudio determinara cuál de las técnicas es más confiable en los laboratorios dentales para la realización de una buena estructura metálica.

### **1.3 OBJETIVO GENERAL.**

- Precisar cuál de las dos técnicas de centrifugado es el más precisa para la adaptación de una estructura metálica.

### **1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Determinar la exactitud del sellado marginal de cada una de las estructuras metálicas.
- Verificar la adaptación interna de las estructuras metálicas.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

Las técnicas de colado mediante la centrifuga convencional y la centrifuga de inducción, han tenido una gran acogida en la industria de los laboratorios dentales, ya que es necesario contar con estos equipos para poder fundir las aleaciones metálicas y así obtener las estructuras.

Para citar un ejemplo, el centrifugado convencional es la técnica utilizada en la mayoría de los laboratorios, consiste en un brazo giratorio que hace contra peso para que el soporte en el que será colocada la cuna que sostiene el crisol para la respectiva fundición, para esta técnica se usa un soplete de regadera que realizará una combinación entre gas y oxígeno, formando una llama adecuada (reductora), para que se produzca la fundición de la aleación, luego se suelta el brazo de la centrifuga el cual al girar genera una fuerza centrífuga que empuja la aleación al interior del anillo.

Al realizar la fundición en la técnica convencional se debe de tener en cuenta que no se posee un control de la temperatura de la llama, lo que quiere decir que no tenemos un equipo para medir con precisión la llama del soplete y que al momento de fundir la aleación no lo quemamos, también se debe tener en cuenta la destreza del laboratorista.

“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”(1).

“La técnica de la cera perdida colado por centrifugación convencional es una de las técnicas que más se usan para la confección de copias metálicas, utiliza para fundir el metal sopletes que combinan oxígeno con gas natural”(2).

“La técnica convencional para la fabricación de estas copias 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”(1).

“La técnica CPCC, consiste en redondear el patrón de cera, con un material refractario resistente al calor. Luego la cera es evaporada en el horno de eliminación de cera, para después proceder a la fundición del metal base, empleando un soplete que funciona mediante oxígeno y gas, el cual produce una llama, que transforma la aleación de su estado sólido a líquido; luego se impulsa el metal fundido en el molde, a través del bebedero mediante una fuerza centrífuga”(3).

“Para la obtención de cofias metálicas se puede utilizar la técnica de cera perdida colada por centrifugación (CPC), que consiste encerar un patrón de cera, posteriormente la cera es evaporada por calor en un horno, mediante un soplete se funde el metal y por último se impulsa el metal fundido por medio de una fuerza centrífuga en el molde a través de un canal denominado bebedero”.(4)

Para la realización de un colado hay muchos equipos tecnológicos como, por ejemplo, el centrifugado por inducción, ya que se programa por medio de un sistema electrónico donde se obtiene más control de la temperatura y tiempo a la hora del proceso de la fundición, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de la aleación se maneja una temperatura adecuada para no quemar el metal en su proceso de fundición, después se abre la compuerta para ubicar el anillo en la cuna, se cierra la compuerta y se espera a que el sistema termine de fundir la aleación, se activa la palanca para que baje espiral de alta frecuencia y soltar la centrífuga.

“Hace algunos años se creó la centrífuga por inducción que permite el control de la temperatura de fusión del metal y una cámara hermética, evitando la contaminación por el aire y mejorando el producto final del colado”(5).

“Es un método que, si bien requiere mayor inversión, es un proceso controlado muy preciso, que es usado con aleaciones de cualquier tipo, permitiendo un excelente control de la temperatura del colado”(3).

Requena Cisneros, et al(2). Expone que la técnica de centrifugado convencional está siendo reemplazada por la opción del colado por centrifugación por inducción que funde el metal mediante el calor generado por alta frecuencia eléctrica, esto evitaría los posibles errores ya que estos sistemas controlan la temperatura exacta, con el fin de mejorar la adaptación y el tiempo de trabajo.

“La técnica CPCI, tiene el mismo procedimiento de CPCC, pero no es necesario el empleo del soplete para generar el calor, pues la aleación se funde rápidamente en un crisol calentado por electricidad. El calor se genera por el sistema ánodo –

cátodo, donde las cargas de aleación son atraídas opuestamente, creando una desestabilización molecular que induce al ascenso de la temperatura y al respectivo proceso de la licuefacción de la aleación, para convertir la aleación a estado líquido por medio de altas temperaturas, que corresponde a los puntos de fusión aleación de las aleaciones involucradas”(3).

Algunas de las características que tiene las centrifugas de inducción: Fundición compacta con dispositivo de fusión por inducción y refrigeración de potencia integrada, colado compacto con calefacción por inducción de muy alto rendimiento garantiza ciclos de fusión breves, minimiza la oxidación y facilita el posterior acabado. La refrigeración integrada permite más de 50 moldes seguidos, incluso con altas temperaturas ambiente. Temperatura de fundición de hasta 1550 ° C: ideal para todas las aleaciones dentales disponibles comercialmente (excepto titanio). El panel de manejo fácil de usar proporciona información sobre todos los parámetros y proporciona un acceso rápido y fácil a todas las funciones principales. Las especificaciones de una centrifuga de inducción son estas: (<https://www.djldental.com/FORNAX-T-BEGO-CENTRIFUGA-DE-INDUCCION-PARA-COLADO>)

La adaptación marginal es de suma importancia en una rehabilitación oral, por eso mismo en la elaboración de estructuras metálicas se analiza mucho la parte marginal e interna. La desadaptación se puede dar en el proceso de enfriamiento del anillo.

“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”(1).

“La adaptación marginal e interna de las coronas son un punto muy importante para la rehabilitación protésica, una inadecuada adaptación marginal puede producir irritación gingival, disolución del cemento y subsecuente fracaso del tratamiento”(6).

“La adaptación marginal se define como el adecuado ajuste que debe de existir entre la línea de terminación de la preparación dentaria y el margen cervical de la restauración, la distancia que existe entre estos dos puntos se conoce como discrepancia marginal, cuando hay menor discrepancia marginal existe una mejor adaptación marginal”(4).

“La adaptación interna se define como el ajuste que se da entre la estructura de la restauración y la superficie del pilar dentario, la distancia perpendicular que existe entre estos dos puntos se conoce como discrepancia interna, esta distancia debe ser uniforme para proporcionar un espacio adecuado al agente cementante, proporcionar retención y resistencia adecuada”(4).

“Vojdani M. 2013; menciona que un buen ajuste marginal parece ser uno de los factores técnicos más importantes para el éxito a largo plazo de las coronas de metal y cerámica, la adaptación marginal es el adecuado ajuste que debe existir entre la línea de terminación de la preparación dentaria y el margen cervical de la restauración”(7).

“La adaptación interna se define como el ajuste que se da entre la estructura de la restauración y la superficie del pilar dentario, discrepancia interna es la distancia perpendicular que existe entre estos dos puntos se conoce como discrepancia interna, esta distancia debe ser uniforme para proporcionar un espacio adecuado al agente cementante, proporcionar retención y resistencia adecuada”(7).

“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”(1).

Con respecto al sistema CAD/CAM, en la información obtenida de los diferentes artículos y estudios muestran que, al ser un sistema más avanzado muestra un cambio significativo con respecto a la adaptación marginal ya que este se realiza por medio de un programa donde son diseñadas para después enviar la información a una fresadora, donde son fresadas las copias en un material totalmente calcinable.

“Para la técnica de fusión selectiva por láser en Cad/Cam de acuerdo al procedimiento de confección, se escaneo el modelo de yeso con el sistema 3Shape D2000 y se diseñó las copias con el software 3Shape Dental Designer luego se imprimió en 3D con la máquina láser MLabCusing(4)”.

Las aleaciones más utilizadas para realización de las estructuras metálicas son Co-Cr y Ni-Cr porque son aleaciones libres de Be porque el Berilio es cancerígeno, también algunas personas son alérgicas al Níquel, pero es una pequeña cantidad.

“En odontología se empezaron utilizando aleaciones nobles debido a sus buenas propiedades físicas, mecánicas y biológicas, pero a partir de los años 70 se fueron sustituyendo por otros metales, entre otras razones por motivos económicos, con el fin de reducir los gastos de laboratorio, tomando gran protagonismo las aleaciones de níquel-cromo y de cobalto-cromo”(8).

“En 1984 la Asociación Dental Americana (ADA) establece en su especificación No. 5, la siguiente clasificación de las aleaciones en función de su composición: El Cr proporciona dureza, resistencia y aumenta la resistencia a la corrosión cuando está presente al menos en un 16%, en peso. Por su elevado límite elástico, las aleaciones de Co-Cr presentan gran resistencia a la fatiga, lo que las hace ideales para soportar fuerzas en boca durante mucho tiempo; sin embargo, al comienzo estas aleaciones eran muy duras y en los últimos años los fabricantes se han preocupado por bajar su dureza; no obstante su alto límite elástico evita prácticamente toda deformación plástica de las estructuras”(9).

“Las aleaciones de Co-Cr son la alternativa de metal base más común para los pacientes que se sabe que son alérgicos al níquel. Son relativamente económicos en comparación con aleaciones nobles y exhiben propiedades de los materiales consideradas adecuadas para reconstrucciones dentales, tales como alta resistencia, alto módulo de elasticidad y alta resistencia a la corrosión. Sin embargo, las aleaciones de Co-Cr tienen los rangos de fusión más altos de las aleaciones de fundición”(7).

“Esta aleación es utilizada con la técnica convencional de cera perdida, debido a la deficiente de corrosión que presenta esta aleación, se han sugerido que dichas aleaciones sean enriquecidas con metales nobles en su composición”(10).

“Al realizar el colado de una aleación dental, se pueden presentar diversas fallas en la superficie externa e interna de la aleación, debido a múltiples causas, entre ellas no cumplir con los protocolos establecidos para su fabricación, la mala calidad de los materiales utilizados y la falta de destreza del operador”(11).

“Las aleaciones de Co-Cr tienen excelentes propiedades mecánicas. El módulo elástico, el límite proporcional y el límite elástico son los más altos de todas las aleaciones utilizadas en odontología, lo cual significa que son aleaciones rígidas, no se deforman permanentemente por acción de tensiones mecánicas, la alta elongación y la resistencia a la tracción”(11).

“Los parámetros de colado tienen un efecto significativo sobre las propiedades mecánicas de las aleaciones”(11).

Las aleaciones metal base para colar más usada es la de Ni-Cr-Be y Ni-Cr-Mo, pero el Berilio es potencialmente cancerígeno y existen reportes del 5 al 8% de la población que tienen alergia al Ni. Otra aleación metal base para colar que se está utilizando es la de Co-Cr donde tiene una unión a la cerámica aceptable y duradera, resistencia a la corrosión, baja densidad, bajo precio y una composición que las hacen adecuada para el uso clínico(4).

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

**3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN:** El siguiente estudio es una revisión literaria con enfoque cualitativo.

En la elaboración de búsqueda literaria se realizó fundamentalmente en varios tipos de fuentes. Fuente primaria: Artículos originales y tesis científicas. Fuentes secundarias: base de datos, revistas sistemáticas y catálogos de casas comerciales. Fuente terciarias: páginas web, artículo de revisión y manuales.

Las bases de datos electrónicos seleccionadas para la búsqueda fueron: Scielo, scienceDirect, Scopus.

Se utilizaron las descripciones en ingles Adaptation of copings in conventional and induction centrifuges, coping casting in conventional centrifuge, Casting of cap in induction centrifuge, Marginal adaptation and retention of Co-Cr crowns y para el idioma español se utilizaron los descriptores adaptación de cofia cobalto-cromo confeccionados con dos técnicas de colado, cera perdida colada por centrifuga convencional, comparación de la adaptación marginal e interna de cofias coladas. El tiempo de periodo fueron 10 años.

La evaluación para inclusión de bibliografía en esta revisión y validez de la información extraída de cada artículo con las siguientes características: estudios de materiales en laboratorios dentales, protocolo de la elaboración del material y ensayos científicos. Los artículos con ausencia científica y validez experimental fueron descartados. Al final de la búsqueda se recopiló una totalidad de 28 artículos y descartados 9 por no cumplir los criterios citados en inclusión.

### 3.2 TÉCNICA DE CENTRÍFUGA CONVENCIONAL

La técnica de colado por centrifuga convencional es una de las más antiguas, fue anunciada el siglo XIX y se dio origen en Egipto con el objetivo de obtener figuras metálicas. Ya para 1907 se incluyó en el área de la odontología para el colado en oro(1).

Para la elaboración de colado de una aleación se basa en fundir y centrifugar un molde del que se haya realizado en cera o en material calcinable, el horno de desencerado dejara espacio libre para el ingreso de metal y copia la estructura. Para la elaboración de estructura metálica se debe seguir un protocolo, de los cuales consiste la composición y calidad de la aleación, temperatura de fusión, presión del gas y del oxígeno al fundir, máquina para centrifugar el metal, acabado

y pulido. En caso de que no se cumpla estos aspectos puede haber alguna falla tanto interna como externa de la estructura, también dejar enfriar el anillo para su debido proceso de solidificación(11).

Según las investigaciones realizadas la técnica de centrifuga convencional es la más utilizadas para el colado de aleación y de las más confiables, pero aun así no descarta el hecho que puede haber un desajuste marginal e interna de las estructuras.

El debido proceso para la realización de colado se lleva a cabo de esta forma: la fundición de la aleación Co-Cr en centrifuga convencional, lleva un intervalo de 1304°C-1369°C y la temperatura de colado es de 1400°C-1480°C y se ocupa un soplete con pico de lluvia. La llama del soplete en forma de pincel se acerca al crisol con los lingotes de metal a una distancia adecuada de 5cm para este en contacto con la aleación. Se mantiene sobre el metal constante hasta que el lingote cambie de estado sólido a líquido, luego se traslada el anillo desde el horno hacia la centrifuga para iniciar el movimiento de velocidad girando entre 300-3000 rpm alrededor del eje, produciendo que el metal fundido ingrese al anillo. Obteniendo estructura de Co-Cr y para la evaluación de adaptación marginal se hace de la inspección visual y el uso de un explorador(3).

**Tabla 1: Descripción de la centrífuga convencional.**

Nombre	Especificaciones técnicas	Ventajas	Desventajas
Centrífuga convencional Kerr	Brazo con perilla para vaciado	Bajo costo	Al realizar múltiples colados se calienta mucho el soplete
	Carro del crisol	Fácil manejo	Requiere de varios tamaños de cunas para posicionar los anillos
	1 crisol de cuarzo mediano 1 crisol de cuarzo grande		
	Pozo de vaciado: 35,5 cm de profundidad 49 cm de diámetro	No requiere de corriente eléctrica o agua	
	3 cunas para los diferentes tamaños de anillos	Se puede instalar en cualquier parte del laboratorio	Al realizar más de 15 colados seguidos existe el riesgo de provocar fatiga de la máquina y posterior fallo
	4 pesas para equilibrar el peso del anillo		
	1 pinzas para anillos Kerr		

### 3.3 TÉCNICA DE CENTRÍFUGA POR INDUCCIÓN.

La técnica de colado por centrífuga de inducción es una de las técnicas que ha funcionado muy bien en los laboratorios dentales.

El colado por centrifugación por inducción para la fundición de aleación es mediante el calor generado por alta frecuencia eléctrica, para evadir posibles errores ya que este sistema controla la temperatura exacta, dando como resultado una mejor adaptación y tiempo de trabajo(4).

Según investigaciones la técnica de centrifugado por inducción es confiable por el control de temperatura para derretir la aleación y según estudio en una de las técnicas que da un mejor ajuste marginal e interna en las estructuras metálicas. El protocolo a realizar en el centrifugado por inducción se realiza el mismo procedimiento de eliminación de material sea cera o material calcinable, pero la

disimilitud es que no se usara el soplete de gas-oxigeno. En esta técnica se usa una maquina calibrada para colado mecanismo de fusión eléctrica de potencia de 3600 VA y refrigerado interno. Al momento de realizar el colado se precalienta la aleación durante 15 segundos, luego se traslada el anillo del horno de desencerado a la máquina de inducción ubicándolo en la cuna. Se configura de la máquina para que suba la temperatura a 1200°C y aproximadamente en 25 segundos se observara que la aleación paso de estado sólido a líquido y en ese momento la centrifuga se activa para permitir el ingreso del metal al anillo por acción de fuerza al vacío. Luego cuando se enfrían los colados se procede a retirar el revestimiento(3).

**Tabla 2: Descripción de la centrífuga de inducción.**

Nombre	Especificaciones técnicas	Ventajas	Desventajas
Centrífuga de inducción Fornax T (BEGO)	Altura 450mm	Permite realizar hasta 50 colados consecutivos	Alto costo
	Altura con tapa abierta 965mm	Un trabajo efectivo gracias al ajuste correcto del tamaño de la mufla en segundos	
	Anchura 650mm		
	Profundidad 625mm	Extraordinaria resistencia al choque térmico de hasta 1500°C que minimiza el agrietamiento	Requiere de constante mantenimiento para un mejor rendimiento
	Profundidad con la tapa abierta 640mm		
	Consumo de corriente 16 A aprox.	La geometría perfecta del crisol permite un vertido perfecto de las aleaciones	Se debe tener en cuenta el sistema de refrigeración
Peso 70 Kg			

### 3.4 ALEACIÓN Co-Cr.

La aleación cobalto-cromo se implementó en el área de odontología en el año 1932. La aleación tiene un alto intervalo fusión, la manera de fusión comienza de los 1250°C y termina en 1450°C(6).

La aleación cobalto-cromo es una de las más utilizadas por sus óptimas propiedades mecánicas y biocompatibilidad oral. La aleación cobalto-cromo tiene como composición: 63% de cobalto, 27% de cromo, 6% de molibdeno y 1% tiene Fe, Ni, Si y Mn (2). La aleación cobalto-cromo puede ser utilizado para la fundición convencional o para el fresado en Cad/Cam(5).

**Tabla 3: Descripción de la aleación utilizada.**

N.º	Nombre de la aleación	Especificaciones	Ventajas	Desventajas
1	Cobalto - Cromo (Co-Cr)	Densidad 8,5gr	Alta resistencia	A altas temperaturas se oxida fácilmente
		Temperatura de precalentamiento 900-100°C	Excelentes acabados	
		Temperatura de colado 1400-1480 °C	Resistencia a la corrosión	Al formarse el óxido es más propenso a la fractura
		Intervalo de fusión 1300-1350°C		
		Resistencia a la tracción 805 Mpa	Utilizada especialmente para la realización de prótesis fija y prótesis removible	Algunas casas comerciales contienen Berilio
Elongación 15%				

### 3.5 CAD/CAM ESCANER EXTRA ORAL.

En el sistema Cad/Cam se escanea el troquel y se realiza el diseño por medio del software teniendo en cuenta los parámetros de espacios que se deben dejar para el espacio del cemento, posteriormente al diseño se realiza en impresión 3D o en cera de fresado, para colarla del modo convencional.

**Tabla 4: Descripción de equipo CAD-CAM**

Nombre	Especificaciones técnicas	Ventajas	Desventajas
Escáner extraoral inEos X5	Dimensiones 474 x 735 x 460mm	Menor tiempo a la hora de realizar los trabajos	Mayor costo de equipos y materiales
	Peso 40 Kg	Mas rápido los procesos de laboratorio	Requieren de mantenimiento y actualizaciones constantes
	Voltaje de la red 100-240 V	los trabajos se pueden guardar dado el caso de que se deba repetir	
	Técnica de escaneado. proyección de tiras de luz digitales		
	Conexión de red mediante PC del escáner: LAN/WIFI (opcional)	Se pueden hacer varios trabajos simultáneamente	Requiere de una capacitación constante de los técnicos dentales
	Interfaz USB 2.0		

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

En la revisión bibliográfica que se realizó, los autores hallaron como resultado lo siguiente:

Se realizó un estudio de las técnicas de centrifuga convencional y la de centrifuga por inducción para la elaboración de cofias de Co-Cr, se hizo sobre dos líneas de terminación que fue la chamfer y bisel, realizaron todo el protocolo de quemado y fundición, el resultado fue que en la adaptación marginal e interno de las dos líneas de terminación realizadas por las técnicas de centrifuga convencional y la de inducción, no se mostró diferencias estadística significativa ya que las dos líneas se encontraron clínicamente aceptables(3).

Una buena adaptación marginal previene caries y enfermedades periodontales, así mismo realiza la comparación de cera perdida colada en la técnica convencional y la de fusión selectiva de laser. La fusión selectiva de laser obtuvo una menor discrepancia marginal en comparación con la centrifuga convencional, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas. En cambio, al comparar la discrepancia interna no se encontraron diferencias estadísticas. Por lo tanto, la mejor adaptación marginal fue en las cofias realizadas en fusión selectiva de laser(4).

Sobre la fundición con la técnica de centrifuga de inducción de una aleación cobalto-cromo, trata de que estudio sugiere que las diferencias en la resistencia a la fatiga de diferentes aleaciones comerciales de Co-Cr con la misma composición relativa puede deberse al momento de fundición de la aleación fundida que había sido recomendado por el fabricante de la aleación(13).

Las propiedades de los polvos de sintonización de aleaciones metálicas, como la composición, la temperatura de fusión, la distribución del tamaño de las partículas, los coeficientes de absorción y reflexión del rayo láser y la conductividad térmica, son consideraciones importantes para garantizar los resultados deseados. Del estudio se concluyó que el proceso de fabricación en Cad/Cam en el ajuste de cofias dio en el rango pre-establecido y clínicamente aceptable. Dependiendo las aleaciones influye la adaptación marginal(14).

Se realizó un estudio donde se compara el ajuste marginal e interno de una cofia, siendo realizada en cera perdida, Cad/Cam y fusión selectiva por láser. El resultado fue que no tuvieron diferencias significativas las técnicas cera perdida y el de fusión selectiva por láser, en cambio el de Cad/Cam tuvo los valores en ajuste marginal más pobres para estructura de 5 unidades, en cambio en la de cera perdida, demostró mejores resultados y no tuvo una influencia significativa en el ajuste marginal y en la parte interna de las cofias(15).

Se realiza una comparación de ajuste de las cofias metálicas fabricado mediante la sinterización selectiva de laser y la fundición convencional de cera pérdida. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre cofias de un solo metal fabricado mediante sinterización selectiva por láser y fundición a la cera perdida(16).

El propósito de este estudio in vitro fue investigar la brecha marginal de estructuras de aleación de Co-Cr producidas por tecnología de impresión 3D, como la fusión selectiva por láser antes y después de la cocción de cerámica(17).

Comparación del ajuste marginal e interna de las cofias con las técnicas de encerado convencional y la fabricación de cofias en Cad/Cam, en el resultado hubo diferencias significativas donde el grupo de Cad/Cam tuvo mayor discrepancia en todas las medidas que el grupo de las convencionales(18).

Estudio sobre la superficie, adaptación y rugosidad de las cofias de aleación Co-Cr, mostraban los diferentes métodos en el láser sinterizado y las cofias en cera que lleva a cabo el proceso de fundición de la cera perdida. El resultado fue que observaron diferencia en el ajuste marginal e interno, siendo la sinterización por láser con mejor adaptación marginal que la que la de cera perdida y la de fresado(19).

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN

De acuerdo con los artículos y tesis usadas, se hayan distintas formas de analizar el ajuste marginal de las estructuras elaboradas en las técnicas de colado por centrifuga convencional y centrifugado por inducción.

En los artículos mencionan que la técnica por inducción tuvo menor adaptación marginal e interno a comparación de la convencional, pero no son concluyentes por no tener una diferencia estadísticamente significativa, son clínicamente aceptables.

De los artículos seleccionados se citará Pedro Estephano Pantoja Borja y colaboradores, realizado en el año 2019, en el estudio se menciona que la mejor adaptación marginal fue a la técnica convencional que a la de inducción y en la parte interna le fue mejor a la técnica de inducción que a la de convencional. Aun así, no hubo diferencias estadísticas significativas por lo que las dos fueron clínicamente aceptables(3).

De los artículos seleccionado para la revisión literaria, se citara Nils Lövgren DDS y colaboradores, realizado en el año 2017, en el estudio se menciona una comparación en el sinterizado de láser y la técnica convencional, donde el sinterizado de laser es una técnica mucho más tecnológica y la técnica de centrifuga convencional es una técnica que lleva años en los laboratorios dentales, donde explica los métodos como el de laser sinterizado y las cofias en cera que lleva a cabo a la cera perdida y el fresado. El resultado fue que observaron diferencia en el ajuste marginal e interno. Siendo la sinterización por láser mostró una mejor adaptación marginal que la de la cera perdida y la de fresado(19)

Según el estudio, al momento de colar, se observó que todos los sistemas evaluados mostraron que son clínicamente aceptables y menores a  $120\mu\text{m}$ , pero la técnica de colado por inducción de alta frecuencia y presión al vacío, tuvo rangos de discrepancia menores, seguido del colado por inducción y centrifugado eléctrico, las que tuvieron rangos de discrepancia mayores fueron las de centrifugado inducción y centrifugado convencional. En el estudio se evaluó que la técnica por inducción tuvo menor adaptación margina e interno a comparación de la convencional pero no son concluyentes por no tener una diferencia estadísticamente significativa, son clínicamente aceptables(4).

## CONCLUSIÓN

Al realizar la comparación de estas dos técnicas en el colado de estructura metálicas se debe tener en cuenta que un menor rango de adaptación marginal no debe ser superior a 120 micras.

Evaluando las técnicas de colado en la revisión literaria se llegó a una conclusión de que las dos técnicas de centrifugado no mostraron diferencias estadísticamente significativas y fueron clínicamente aceptables, por lo tanto, es más del estado del lingote que se utilizara y también de la destreza del laboratorista.

## GLOSARIO

- **Adaptación marginal:** Distancia entre la línea de preparación del diente al margen de la restauración, o bien, el grado de proximidad de un material restaurativo a un diente preparado.
- **Aleación:** Se llama aleación al proceso mediante el cual se combinan dos o más elementos, usualmente metálicos, en una sola unidad que gana las propiedades de ambos.
- **Ánodo:** El ánodo es el electrodo por donde entra la corriente a un dispositivo.
- **Bebederos:** Es un colado dental, abertura en el revestimiento a través de la cual la aleación o el metal fundido puede llegar al molde después de eliminar la cera. Suelen ser de cera, aunque los hay de plástico y metálicos, pero son menos usados.
- **Bisel:** Corte de un diente con un ángulo distinto de 90 grados respecto a la pared de una cavidad en la preparación de una cavidad dental.
- **CAD-CAM:** La tecnología CAD (Diseño Asistido por Ordenador) /CAM (Fabricación Asistida por Ordenador) dental, es un sistema de tecnología que ayuda al diseño y la elaboración de prótesis dentales mediante el ordenador.
- **Cátodo:** En cátodo, al revés, es el electrodo donde sale la corriente. Por tanto, el ánodo es el negativo y el cátodo es el positivo.
- **Centrifuga:** Es un equipo de laboratorio que genera movimientos de rotación, tiene el objetivo de separar los componentes que constituyen una sustancia.
- **Chamfer:** El chamfer modificado representa un dibujo de preparación que satisface las diferentes necesidades de restauración protésica, permitiendo realizar restauraciones con cierre marginal íntegramente de metal hasta lograr cierres y coronas totalmente de cerámica.
- **Cocción:** Procedimiento que consiste en elevar la temperatura de un material, que modifica sus propiedades originales.
- **Cofia:** Es un sistema de toma de impresión dental cuya función es la de obtener una impresión exacta de los pilares tallados. Con este sistema de toma de impresión, se puede obtener la impresión de un diente o de varios dientes de la boca.
- **Crisol:** El crisol es un recipiente refractario generalmente de porcelana que se utiliza para colocar en su interior compuestos químicos que se calientan a temperaturas muy altas. Su función es principalmente calentar, fundir, quemar y calcinar sustancias.

- **Discrepancia marginal:** Es la distancia que existe entre el margen cervical de la restauración y la línea terminal de la preparación.
- **Fresadora:** Lo Básico Las fresadoras son máquinas de corte de material asistido por computadora (CAM por sus siglas en inglés) en el cual a través de un lenguaje de programación en la máquina se mecaniza el material mediante una herramienta rotativa de metal que ejecuta movimientos en varios ejes.
- **Fuerza centrífuga:** Es la fuerza aparente hacia afuera de una masa cuando esta gira.
- **Impresión 3D:** El proceso de impresión 3D, también llamado manufactura por adición (inglés), consiste en producir objetos a través de la adición de material en capas que corresponden a las sucesivas secciones transversales de un modelo 3D.
- **Licuefacción:** Con el nombre de licuación o licuefacción, se conoce a uno de los cambios de estado de agregación que puede tener la materia, en particular el que pasa de un estado gaseoso a un estado líquido.
- **Microscopio estereoscópico:** Conocido también como lupa binocular, es un microscopio óptico con una ampliación que puede ser fija o zoom y diseñado para la observación en una imagen en tres dimensiones de las muestras a bajos aumentos.
- **Revestimiento:** Los investimentos o revestimientos, son un tipo de materiales cerámicos resistentes al calor que están constituidos por un relleno de algún tipo de óxido de sílice (cuarzo, cristobalita), y por un material que forma una matriz que fraguando aglutina al relleno dando el esqueleto estructural del material.
- **Sinterizar:** Consiste en compactar a alta presión varios polvos metálicos o cerámicos mezclados homogéneamente y una vez compactados realizar un tratamiento térmico a una temperatura inferior a la de fusión de la mezcla, obteniéndose una pieza consolidada y compacta.
- **Troquel:** Es un modelo de trabajo individualizado, desmontable del modelo principal, que representa de manera exacta el volumen, dimensiones y disposición espacial de la pieza dental preparada para una restauración protésica.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Yanira LCM. 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 p. Univ Peru Cayetano Hered. 2017;
2. Requena Cisneros SO, Loarte Campos MY, Zelada Ladrón de Guevara CC, Flores Valverde YE, Castillo Andamayo DE, Quintana del Solar MG. Adaptación de cofias metálicas confeccionadas con dos técnicas: cera pérdida colado por centrifugación convencional e inducción. Rev Estomatológica Hered. 2019;29(1):39.
3. Pantoja Borja PE, Geldres Echeverría GMD, Castillo Andamayo DE, Quintana del Solar MG. Adaptación de cofias Cobalto-Cromo confeccionadas con dos técnicas de colado sobre dos líneas de terminación. Rev Estomatológica Hered. 2019;29(2):115-27.
4. Loarte Campos M, Flores Valverde Y, Ladrón de Guevara CZ, Requena Cisneros S, Castillo Andamayo D, Quintana del Solar M. Adaptación de cofias metálicas confeccionadas con dos técnicas: cera pérdida colada por centrifugación convencional y fresado de bloque blando en CAD/CAM. Rev Estomatológica Hered. 2017;27(3):163.
5. Flórez Alvarado A, González Marín A, Kim HK, Romero Mesa JC, Henao Pérez D. Determinación del módulo de Young en aleaciones de cobalto-cromo nuevas y reutilizadas, coladas en centrifuga convencional y por inducción. Univ Odontológica. 2008;27(59):6-14.
6. Gutiérrez Chanjón EM, Castillo Andamayo DE, Quintana del Solar MG. Adaptación de cofias metálicas de Co-Cr realizadas sobre dos líneas de terminación y fabricadas con dos técnicas. Rev Estomatológica Hered. 2019;29(4):253-66.
7. Tecnológico TY. No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. 2018;1-26.
8. Cogolludo PG. Tilita, una aleación alternativa en prótesis fija: influencia de la técnica de colado y la línea de terminación en la discrepancia marginal. 2010;75-9.
9. Pulido Rivera F, Guerra Castillo C, Sánchez Herrera J, Giraldo Cifuentes H. Comparación De La Adaptación Marginal E Interna De Cofias Coladas En Dos Sistemas De Aleaciones. Rev Colomb Investig en Odontol. 2015;5(15):147.
10. Amil B, Nasional Z, BAZNAS, Badan K, Zakat A, Republik N, et al. No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構

- 造分析Title. J Chem Inf Model [Internet]. 2020;21(1):1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101607><https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2020.02.034><https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cjag.12228><https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104773><https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.04.011>
11. Mosquera-Palomino J, Pineda-Higueta SE, Vélez-Gómez CI, Restrepo-Holguín S. Caracterización de defectos de superficie en estructuras coladas para prótesis dentales en aleación de cobalto cromo. Rev Nac Odontol. 2017;13(24).
  12. Kim DY, Jeong I Do, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Reproducibility of different coping arrangements fabricated by dental micro-stereolithography: Evaluation of marginal and internal gaps in metal copings. J Dent Sci [Internet]. 2018;13(3):220-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jds.2017.06.006>
  13. Vallittu PK, Miettinen T. Duration of induction melting of cobalt-chromium alloy and its effect on resistance to deflection fatigue of cast denture clasps. J Prosthet Dent. 1996;75(3):332-6.
  14. Al Maaz A, Thompson GA, Drago C, An H, Berzins D. Effect of finish line design and metal alloy on the marginal and internal gaps of selective laser melting printed copings. J Prosthet Dent [Internet]. 2019;122(2):143-51. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.02.009>
  15. Akçin ET, Güncü MB, Aktaş G, Aslan Y. Effect of manufacturing techniques on the marginal and internal fit of cobalt-chromium implant-supported multiunit frameworks. J Prosthet Dent. 2018;120(5):715-20.
  16. Yang J, Li H, Xu L, Wang Y. Selective laser sintering versus conventional lost-wax casting for single metal copings: A systematic review and meta-analysis. J Prosthet Dent [Internet]. 2021;1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.02.011>
  17. Di Fiore A, Savio G, Stellini E, Vigolo P, Monaco C, Meneghello R. Influence of ceramic firing on marginal gap accuracy and metal-ceramic bond strength of 3D-printed Co-Cr frameworks. J Prosthet Dent [Internet]. 2020;124(1):75-80. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.08.001>
  18. Farjood E, Vojdani M, Torabi K, Khaledi AAR. Marginal and internal fit of metal copings fabricated with rapid prototyping and conventional waxing. J Prosthet Dent [Internet]. 2017;117(1):164-70. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.04.010>
  19. Lövgren N, Roxner R, Klemendz S, Larsson C. Effect of production method on surface roughness, marginal and internal fit, and retention of cobalt-chromium single crowns. J Prosthet Dent [Internet]. 2017;118(1):95-101. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.09.025>

