

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

**Cambios dimensionales en el modelo de yeso al comparar tres tipos de
cubetas durante la toma de impresiones en prótesis fija con
polivinilsiloxano**

María Paulina Barriga Pérez

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Especialista en
Rehabilitación Oral

Quito, mayo de 2007

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Cambios dimensionales en el modelo de yeso al comparar tres tipos de cubetas durante la toma de impresiones en prótesis fija con polivinilsiloxano

María Paulina Barriga Pérez

Dr. Pablo Proaño
Director de Tesis

Dr. Francisco Buenaño
Miembro del Comité de Tesis

Dra. Nancy Mena
Miembro del Comité de Tesis

Dra. Ana Armas, Ph. D.
Miembro del Comité de Tesis

Dr. Mauricio Tinajero
Director del Programa de
Especialidades Odontológicas

Dr. Fernando Sandoval
Director de la Escuela de Odontología

Victor Viteri Breedy, Ph. D.
Decano del Colegio de Postgrados

Quito, mayo de 2007

© Derechos de autor

María Paulina Barriga Pérez

2007

RESUMEN.-

Problema. La distorsión en los modelos de yeso, debido al uso inadecuado cubetas durante la toma de impresiones con polivinilsiloxano produce restauraciones que no ajustan en boca.

Propósito. Evaluar el tipo cubetas que producen el menor grado de distorsión durante la toma de impresiones con polivinilsiloxano, además saber si el uso de adhesivo es indispensable o no.

Materiales y Métodos. Se realiza un modelo maestro metálico con dos muñones similares al de una pieza tallada para corona de igual medida. Seleccionamos tres tipos de cubetas del mismo tamaño: plástica con perforaciones (Vista Dental[®]), metálica con perforaciones (Dent Mart[®]) y rimlock (Henry Schein[®]). Se divide en seis grupos, tres grupos con adhesivo sobre la cubeta y tres sin. Cada grupo constará de cinco muestras tomadas con polivinilsiloxano Aquasil[®] de consistencia liviana y pesada. Se prosigue a tomar las impresiones con polivinilsiloxano en un paso y pistolas de auto mezcla siguiendo las instrucciones del fabricante. Se mantiene presionado el modelo maestro por cinco minutos, para luego retirarlo por medio de una espátula. Lavamos la impresión con agua durante diez segundos y se secamos por el mismo tiempo. Las impresiones son colocadas durante cinco minutos en hipoclorito de sodio diluido en agua en una porción de 1:10. Se lava nuevamente por diez segundos con agua y se seca. Después de veinte y cuatro horas se prosigue a vaciar las impresiones con yeso tipo IV. A las veinte y cuatro horas se retira el modelo de yeso de la impresión. Se mide cada modelo por medio de un microscopio de herramientas en tres puntos: cono izquierdo, cono derecho y distancia entre centros

Resultados. Cubetas metálicas con adhesivo presentaron valores de 5.340 para el cono izquierdo, 5.420 para el cono derecho y 45.646 para la distancia entre centros.

Conclusiones. En las condiciones que este trabajo fue ejecutado, podemos concluir lo siguiente:

- Cubetas metálicas perforadas con adhesivo y rimlock sin adhesivo presentaron menores valores de distorsión al compararlas con modelo maestro y entre cubetas.
- Las cubetas plásticas permitieron observar mayor grado de distorsión cuando utilizadas con o sin adhesivo
- El uso de un adhesivo sobre una cubeta metálica permite menores valores de distorsión
- Al usar adhesivo en una cubeta rimlock los valores de distorsión aumentan

ABSTRACT.

Statement of the problem. The distortion that occurs in casts as a consequence of using an inadequate tray with polyvinylsiloxane results in restorations that don't fit in mouth.

Purpose. Evaluate the type of tray and to use or not adhesive for reducing the risk of distortion when impressions with polyvinylsiloxane are taken.

Material and Methods. Two master die analogous to a complete crown preparation were made. Three types of tray were selected: plastic with perforations (Vista Dental[®]), metallic with perforations (Dent Mart[®]) and rimlock (Henry Schein[®]). Adhesive retention was use between the tray and the impression material, in this case polyvinylsiloxane Aquasil[®] rigid and light. Individual impressions were made from each tray with and without adhesive in one step. A number of 10 impressions were taken for each tray, 5 with adhesive and 5 without adhesive. After five minutes the master die was removed from the tray with a spatula and rinsed with water for 10 seconds and dried with air also for 10 seconds. Impressions were seated in sodium hypochlorite (1:10) for 5 minutes then rinsed with water and dried. After 24 hours impression were poured with die stone type IV. Alter 24 hours casts were removed from trays. Each cast was measured with a microscope in three points: bottom of the left crown preparation, bottom of right crown preparation and de distance between both.

Results. In this study metallic trays with adhesive and rimlock without adhesive were significantly more accurate than the other trays.

Conclusions. Under the conditions of this study, it was concluded that:

- Plastic trays have the most degree of distortion when used with or without adhesive
- Metallic trays with adhesive and rimlock without adhesive showed more accurate when compared with the master die and between trays
- The use of adhesive in a metallic trays produces less distortion
- The use of adhesive in a rimlock tray results in more distortion of the cast

Tabla de contenido

1. Introducción	9
2. Objetivos	12
1.1. Objetivo General.....	12
1.2. Objetivos Específicos.....	12
3. Hipótesis	13
4. Marco Teórico	14
4.1. Polivinilsiloxano.....	14
4.1.1. Hidrofobicidad.....	16
4.1.2. Estabilidad Dimensional.....	18
4.1.3. Desinfección.....	21
4.1.4. Almacenamiento.....	22
4.2. Adhesivos.....	22
4.2.1. Composición de los Adhesivos.....	22
4.2.2. Mecanismos de Retención.....	23
4.2.3. Variables Clínicas.....	25
4.3. Cubetas.....	26
4.3.1. Influencia del espesor del material de impresión.....	29
4.3.2. Métodos para la remoción de las impresiones.....	30
4.4. Toma de impresión.....	33
4.5. Yeso.....	34
5. Metodología	38
6. Justificación	46
7. Resultados	47
8. Discusión	54
9. Conclusiones	57
10. Bibliografía	58
11. Anexos	60
11.1. Informe técnico.....	60

Lista de figuras

Gráficos

- Gráfico 1:** Medidas del patrón
- Gráfico 2:** Modelo maestro vista superior
- Gráfico 3:** Modelo maestro vista lateral
- Gráfico 4:** Cubetas metálicas perforadas, plásticas perforadas y rimlock
- Gráfico 5:** Adhesivo marca Caulk[®], Dentsply
- Gráfico 6:** Colocación de adhesivo en cubeta rimlock
- Gráfico 7:** Colocación de adhesivo en cubeta plástica perforada
- Gráfico 8:** Colocación de adhesivo en cubeta metálica perforada
- Gráfico 9:** Pasta de impresión Aquasil[®] ligera y pesada
- Gráfico 10:** Material de impresión Aquasil[®] pesado
- Gráfico 11:** Material de impresión Aquasil[®] ligero y pesado
- Gráfico 12:** Presión ejercida durante cinco minutos
- Gráfico 13:** Retiro de modelo maestro
- Gráfico 14:** Impresión polimerizada
- Gráfico 15:** Lavar impresión por 10 segundos
- Gráfico 16:** Secar impresión por 10 segundos
- Gráfico 17:** Muestras sumergidas en hipoclorito de sodio 1:10
- Gráfico 18:** Colocación de agua en yeso
- Gráfico 19:** Mezcla manual de yeso
- Gráfico 20:** Colocación yeso en cubeta
- Gráfico 21:** Modelo de yeso obtenido a partir de impresión
- Gráfico 22:** Medición de modelo de yeso
- Gráfico 23:** Comparación de medidas de base de cono izquierdo entre patrón y muestras
- Gráfico 24:** Comparación de medidas de distancias de centros entre patrón y muestras
- Gráfico 25:** Comparación de medidas de base de cono derecho entre patrón y muestras
- Gráfico 26:** Comparación de medidas de base de cono izquierdo entre muestras sin adhesivo
- Gráfico 27:** Comparación de medidas de base de cono derecho entre muestras sin adhesivo
- Gráfico 28:** Comparación de medidas de distancia entre centros de muestras sin adhesivo
- Gráfico 29:** Comparación de medidas de base de cono izquierdo entre muestras con adhesivo
- Gráfico 30:** Comparación de medidas de base de cono derecho entre muestras con adhesivo
- Gráfico 31:** Comparación de medidas de distancias entre centros de muestras con adhesivo
- Gráfico 32:** Comparación de medidas de base de cono izquierdo (BCI), base de cono derecho (BCD), distancia entre centros (DEC) de cubetas plásticas
- Gráfico 33:** Comparación de medidas de base de cono izquierdo (BCI), base de cono derecho (BCD), distancia entre centros (DEC) de cubetas metálicas
- Gráfico 34:** Comparación de medidas de base de cono izquierdo (BCI), base de cono derecho (BCD), distancia entre centros (DEC) de cubetas rimlock
- Gráfico 35:** Microscopio de herramientas
- Gráfico 36:** Esquema del patrón

Gráfico 37: Patrones de medida
Gráfico 38: Ocular ISO 2
Gráfico 39: Cabeza de micrómetro
Gráfico 40: Medición del patrón
Gráfico 41: Medición longitudinal
Gráfico 42: Medición transversal

Tablas

Tabla 1: División de grupos para estudio
Tabla 2: Medidas patrón
Tabla 3: Medidas muestras plásticas sin adhesivo
Tabla 4: Medidas muestras metálicas sin adhesivo
Tabla 5: Medidas muestras rimlock sin adhesivo
Tabla 6: Medidas muestras plásticas con adhesivo
Tabla 7: Medidas muestras metálicas con adhesivo
Tabla 8: Medidas muestras rimlock con adhesivo
Tabla 9: Hoja de cálculo
Tabla 10: Cálculo estadístico t para los resultados de cada una de las muestras
Tabla 11: Comparación de dos muestras

1. INTRODUCCIÓN

La toma de impresiones de las condiciones orales y la morfología dental es una parte integral dentro del campo protésico. El mayor propósito de éstas es la de captar y reproducir los tejidos duros y blandos de la boca, en cuanto a forma y relaciones.^{2,6,7}

Un registro adecuado de las estructuras orales requiere de un material de impresión que proporcione exactitud, humectabilidad, fluidez, buena reproducción de detalles y adecuada estabilidad dimensional, siendo esto básico para obtener buenos muñones en prótesis fija; así como una cubeta adecuada y la presencia de un adhesivo que mantenga adherido el material de impresión a la cubeta.^{1,9,12}

La toma de impresiones y la realización de modelos de yeso son dos pasos necesarios para obtener una restauración adecuada, la cual ingrese sin la necesidad de realizar cambios en la misma, una vez que ésta regresa del laboratorio.¹⁶

Los materiales de impresión deben cumplir ciertos requisitos que beneficien tanto al paciente como al profesional:

- Reproducción nítida de detalles
- Olor y sabor agradable
- No producir productos secundarios que puedan variar o deformar la impresión
- Fácil desinfección
- Tiempo de trabajo suficiente
- Fácil manipulación
- Estabilidad dimensional²⁴

La elección de un material y de la técnica de impresión depende de la preferencia del operador y de las necesidades clínicas existentes.²⁵

Clínicamente existen gran cantidad de materiales de impresión, los cuales se dividen en dos grandes grupos:

1. Materiales de impresión elastoméricos como polisulfuros, silicona de condensación, silicona de adición y poliéteres
2. Materiales de impresión hidrocoloides como el agar-agar y el alginato ²

La especificación No. 19 del ADA, hace referencia a los materiales dentales para impresión formados por elastómeros no acuosos, los cuales tienen moléculas grandes y una interacción débil que generan una red tridimensional, los cuales al ser traccionados estiran sus cadenas y al liberarse tensión éstas vuelven a su estado de relajación. ²⁴

En 1989 Peutzfeld y sus colaboradores compararon la exactitud del alginato con los elastómeros y demostraron que los primeros tienen un menor grado de exactitud. La exactitud de los materiales de impresión depende de propiedades como la humedad, fluidez y compatibilidad con el yeso. ^{1,2,7}

Las características de humedad de los materiales de impresión elastoméricos son la razón fundamental para los cambios relevantes durante el tiempo de trabajo y de fraguado. La humedad de la superficie es importante para obtener modelos exactos, de manera que se eviten agujeros. ¹

En 1990 Craig y sus colaboradores demostraron que la silicona de adición es más estable que los polisulfuros, la silicona de condensación y los poliéteres después de un día de su uso. En 1988 Lin y sus colaboradores compararon la exactitud de los diferentes materiales de impresión y demostraron que el poliéter es el material de impresión más exacto seguido por las siliconas, polisulfuros, alginato y agar-agar. ²

La elaboración de una prótesis parcial fija requiere de la obtención de modelos de trabajo definitivos que reproduzcan de manera exacta las estructuras de la boca. Para esto se han perfeccionado los materiales de impresión, tanto así que las siliconas de adición ofrecen características que permiten resultados clínicamente aceptables. ²⁴

Una gran cantidad de materiales de impresión y cubetas están disponibles en el mercado para realizar un mayor número de combinaciones.¹⁷

En odontología se utilizan dos tipos de siliconas según su reacción: adición y condensación. En las siliconas de adición el polidimetilsiloxano tiene grupos vinilo terminales, los cuales en presencia de un compuesto orgánico de platino como catalizador reaccionan con un polisiloxano órgano hidrogenado multifuncional gracias a sus hidrógenos laterales, los cuales se encuentran ubicados en la segunda pasta junto al polisiloxano de divinilo, estos dan lugar a la formación de puentes etílicos durante el fraguado.²⁷

Las siliconas pueden ser utilizadas para varias formas de impresión en boca. Las técnicas a utilizarse pueden ser de impresión doble o de corrección, técnica sándwich y de mezclado doble, técnica de fase única o impresiones con anillos.²⁷

Cambios dimensionales en el modelo de yeso al comparar tres tipos de cubetas durante la toma de impresiones en prótesis fija con polivinilsiloxano.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el tipo de cubeta adecuado para la toma de impresiones en prótesis fija que permita obtener modelos de yeso con mayor precisión.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar la medida de la base del muñón izquierdo
- Comparar la medida de la base del muñón derecho
- Comparar la medida de la distancia entre los muñones
- Evaluar la necesidad de uso o no de adhesivos en los diferentes tipos de cubetas

3. HIPÒTESIS

Las cubetas tipo Rimlock cuando usadas con adhesivo permiten la mayor exactitud dimensional en la impresión.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. POLIVINILSILOXANO

Las siliconas de adición son materiales de impresión no rígidos, irreversibles que tienen una reacción de polimerización química por adición. Están disponibles en cuatro viscosidades: liviano, regular, pesado y masilla.²⁴

Estos materiales de impresión se aplican en una gran variedad de situaciones como en prótesis fija o removible. Una exacta reproducción de las preparaciones dentales o del arco edéntulo son críticos en la fabricación de una prótesis. Una inexactitud de los modelos puede afectar la adaptación de la restauración.¹⁸

Las *ventajas* de los PVS son las siguientes:

- No necesita un equipo especial
- Son muy resistentes en surcos profundos
- Permiten una línea de terminación nítida
- Tienen buen aroma y apariencia

En cambio sus *desventajas* son:

- Son hidrófobos, es decir que no acepta la humedad en el surco
- Necesita de especial cuidado al se inyectado
- Caro²⁸

Se caracterizan por ser limpias, inodoras, fáciles de mezclar, su deformación permanente y contracción de polimerización son mínimas, poseen tiempos de trabajo cortos, la estabilidad dimensional es excelente ya que el vaciado puede durar hasta siete días, vienen en varios colores lo que permite un adecuado contraste para la observación de la fidelidad de la copia. Tienen la capacidad de reproducir en forma nítida las estructuras de la cavidad bucal, es decir en un 97.5%, además tienen una excelente recuperación elástica y se puede obtener varios modelos de yeso a partir de una sola

impresión. Los polivinilsiloxanos han demostrado ser los materiales de impresión más estables.^{5,7,15,18,24}

Las propiedades como resistencia al desgarro y fuerza tensil son muy importantes en los materiales de impresión. La resistencia al desgarro indica la habilidad de un material para resistir a la ruptura del mismo en zonas interproximales y en la profundidad del surco. La fuerza tensil refleja el máximo estrés que un material puede aguantar bajo tensión.⁵

Los materiales de impresión ligeros tienen menor resistencia al desgarro y menor fuerza tensil que las pesadas.⁵

El poliéter es un material con mayor rigidez que los otros elastómeros y su baja flexibilidad puede producir mayor estrés durante el retiro de la cubeta especialmente en áreas donde existan socavados.¹⁷

Las propiedades reológicas o la fluidez de estos materiales son los mayores determinantes en la manipulación del material y su adaptación en los tejidos duros y suaves de la boca. Una de las características de los materiales de impresión es la habilidad para cesar su fluidez una vez que se ha colocado en boca. Esto se conoce como tixotropismo, es decir que un material tiene buena fluidez bajo presión pero baja fluidez bajo gravedad.¹³

Los factores primarios que producen cambios dimensionales en los materiales de impresión son la contracción térmica, reabsorción por polimerización y la pérdida de productos volátiles.²¹

El catalizador de las siliconas de adición es muy sensible a los compuestos de azufre y sales metálicas que pueden actuar como inhibidores potenciales de la reacción. Estos compuestos pueden encontrarse en los guantes de látex y en los astringentes utilizados para cohibir las hemorragias tras la colocación de hilos. Además el

endurecedor de las siliconas de condensación también produce inhibición por esta razón se hace imposible la utilización de forma simultánea los dos tipos de siliconas.²⁷

La utilización de un mezclador automático garantiza una mezcla homogénea de las masas y se opone a la formación de tensiones endógenas debidas a la presencia de un proceso de fraguado ya avanzado al realizar la toma de impresión.²⁷

La mezcla automática de los materiales de impresión produce la menor cantidad de burbujas sin importar la viscosidad del mismo.⁸

La polimerización de los PVS ocurre como una reacción iónica entre una base (polímero) con grupos silanos, un polímero reactor con grupos vinilos terminales y una sal de platino como activador. Durante esta reacción no se forma ningún subproducto, de manera que las siliconas de adición no sufren ninguna contracción adicional durante su tiempo de espera para el vaciado. Este tipo de impresiones pueden ser conservadas sin problema durante días o semanas.^{10,27}

4.1.1. Hidrofobicidad

*Humedad: afinidad relativa entre un líquido y un sólido. Es el grado en el cual una gota se esparce en una superficie sólida y puede ser cuantificado observando el ángulo de contacto. Ángulos mayores indican baja humedad, mientras que un ángulo de cero grados es perfecto.*²⁵

La mayor limitación para el uso de polivinilsiloxanos es su hidrofobicidad, la cual se debe a su estructura química. Esta estructura química se encuentra compuesta por: grupos hidrocarbonos alifáticos hidrofóbicos que rodean al vínculo siloxano. En cambio los poliéteres y los polisulfuros son más hidrofílicos ya que en su estructura tienen grupos funcionales que interactúan con moléculas de agua.^{1,14,18}

Para que un material de impresión sea aceptable éste debe reproducir detalles de 20 micras o menos. En la práctica clínica la precisión que se requiere debe ser

satisfactoria en el medio oral, el cual es húmedo y las superficies a ser reproducidas se encuentran contaminadas con soluciones líquidas como sangre o saliva. La reproducción de detalles de los pvs en medios húmedos no es lo suficientemente satisfactoria.^{1,14}

Al comparar los PVS con los poliéteres, estos últimos tienen una constante hidrofiliidad inicial en cambio las siliconas de adición tienen una hidrofobicidad que se presenta de dos maneras, la primera por la formación de ángulos de contacto al ser sometida a vaciado con yeso dental dando como resultado burbujas en el modelo de yeso; la segunda por la falta de polimerización al contacto con la humedad de los tejidos orales durante la toma de impresiones dando como resultado agujeros en la impresión a nivel del margen de las piezas preparadas. Por esta razón se han añadido surfactantes que mejoran las propiedades de estos materiales. Los materiales que presenten el menor ángulo de contacto al estar en presencia de agua reproducen modelos de yeso con menor cantidad de agujeros.^{1,5,7}

Cualquier cambio en la hidrofiliidad de los materiales de impresión puede afectar la exactitud de la impresión así como también la calidad de los modelos de yeso.⁷

La presencia de humedad no afecta la exactitud dimensional de los PVS. Según la especificación numero 19 de la ADA estos materiales de impresión no deben manifestar más de un 0.5% de cambios dimensionales después de 24 horas de polimerizado el material.¹⁴

En años recientes siliconas con superficies activadas han sido introducidas en el mercado con la intención de obtener modelos de yeso más precisos y para reducir los problemas con respecto a la humedad, especialmente cuando las preparaciones son para o subgingivales. El hecho de añadir ténsido aniónicos no ayuda a mejorar la

hidrofobicidad de las siliconas ya que las estructuras polares sólo se acumulan en la superficie a lo largo del proceso de endurecimiento, estos materiales alcanzan el grado máximo de hidrofilia solo una vez concluido el fraguado. En el momento de su aplicación siguen siendo en mayor o menor grado hidrófobos. La contracción por almacenamiento y fraguado de estos materiales está por debajo del 0.05% lineal.^{3,27}

Se ha podido concluir que estas siliconas presentan mejor humedad que aquellas superficies no activadas. Los ángulos de contacto presentes se comparan con la de los poliéteres, además estas siliconas producen menor cantidad de agujeros en el modelo de yeso que los materiales hidrofóbicos. Los materiales de impresión que presenten ángulos de contacto mayores a 90 grados son considerados como hidrofóbicos, mientras que aquellos que son menores a 90 grados se consideran hidrofílicos.³

4.1.2. Estabilidad Dimensional

Al considerar el proceso de replica, en el cual las impresiones tienen un papel importante, la exactitud del material de impresión es esencial. Bailey indicó que la mayoría de los procesos requeridos en la fabricación de modelos de yeso resultan en cambios dimensionales. Las impresiones dentales están sujetas a varios factores que pueden producir cambios dimensionales como por ejemplo:

- Contracción de polimerización, el cual continúa durante cierto periodo de tiempo después de tomada la impresión
- Liberación de productos colaterales como agua o alcohol durante la reacción de condensación
- Imbibición con la exposición al agua, un desinfectante o a un ambiente demasiado húmedo durante cierto tiempo
- Contracción térmica al pasar de la temperatura de la cavidad oral a la temperatura ambiente

- Recuperación incompleta de la deformación debido al comportamiento viscoelástico
- Tipo de cubeta a ser utilizada
- Presencia o no de un material adhesivo ^{6,21,26}

En 1981 Brown determinó que los PVS no forman subproductos por lo tanto casi no se produce contracción durante el fraguado y en éste aspecto la estabilidad dimensional es muy buena. ^{17,28}

La exactitud dimensional de un material es tiempo dependiente, por ejemplo un material de impresión tendrá una alta exactitud dimensional justo después de su polimerización inicial pero menor después de que ha sido almacenada algún tiempo. ¹⁸

En 1992 Fano y sus colaboradores estudiaron la estabilidad dimensional de las siliconas. Concluyeron que mientras mayor viscosidad del material menor la constricción. En 1988 Mandikos reportó que una viscosidad más baja presenta grandes cambios debido a su bajo contenido de relleno. Sin embargo una mayor cantidad de relleno produce menor elasticidad y fluidez lo que conlleva a una menor exactitud. ²

Jorgensen y Chee reportaron que el coeficiente de expansión térmica de los PVS es menos que el coeficiente de contracción térmica, además encontró una mejora significativa en la exactitud del modelo de yeso si las impresiones eran recalentadas a una temperatura corporal (37°C) antes de ser vaciadas. Tjan descubrió que mientras mayor es la viscosidad del material de impresión menor será el coeficiente de contracción térmica. ²¹

El enfriamiento que se produce en las impresiones tomadas con elastómeros cuando son retiradas de la boca puede generar un cambio dimensional debido al alto coeficiente de contracción térmica que tienen estos materiales. En un estudio se encontró que el almacenamiento de las impresiones a una mayor temperatura de la que

fueron tomadas puede causar una expansión progresiva del material. El almacenamiento de las impresiones a 4⁰ C para después lograr que las impresiones alcancen la temperatura ambiente da como resultado una pequeña expansión de las impresiones. Esta expansión puede mejorar la exactitud de la impresiones.²¹

Jorgensen y sus colaboradores reportaron que calentar las impresiones a 37⁰ C, 15 minutos antes de vaciarlos puede mejorar la exactitud de los modelos de yeso en aproximadamente 5-10 micras.²¹

Una impresión será lo más exacta cuando la distancia entre la impresión y el área a ser impresa es mínima (Phillips 1983). El material de impresión debe ser adecuadamente distribuido y de grosor uniforme.¹⁶

Sin embargo un material que proporcione una gran exactitud puede resultar totalmente inútil si éste se desprende de la cubeta una vez que ésta se retira de la boca.
17

En el año de 1922 Hung y sus colaboradores compararon la exactitud de la toma de impresiones en un paso y en dos pasos y se concluyó que la técnica de un solo paso es más exacta que la otra.²

El material de impresión al momento de polimerizarse tiene cierto grado de contracción la cual se dirige libremente en todas las direcciones y por último se dirige al centro del material de impresión. En cambio al utilizar adhesivo y una cubeta con retención mecánica la polimerización del material de impresión se dirige directamente hacia las paredes de la cubeta, lo cual exagerara la distancia V-L del muñón. El cambio en las dimensiones del modelo de yeso se presenta más comúnmente en los espacios interproximales de los muñones en donde el material de impresión no está en contacto con las cubetas.⁶

Sin embargo un mayor diámetro del modelo de trabajo puede ser ventajoso para una corona completa ya que la corona resultante podrá ser asentada completamente.⁶

Para obtener una adecuada estabilidad de los materiales de impresión como las siliconas de adición, estas no deben vaciarse inmediatamente. Los estudios demuestran que un modelo obtenido entre 24 horas y una semana después de tomada la impresión es igual de exacto como uno que haya sido vaciado en la primera hora, siempre y cuando no se haya producido burbujas de hidrógeno. Las siliconas de adición, así como los poliéteres son los materiales que presentan la menor distorsión bajo cargas aplicadas sobre el material una vez ya fraguado. Esto quiere decir que vaciar la misma impresión y retirarla del molde no altera su estabilidad dimensional a pesar de la cantidad de fuerza que se requiera para separar al molde de la impresión.²⁶

El tiempo de trabajo y de fraguado pueden disminuir al aumentar su viscosidad. Si estos cambios son muy marcados puede verse una alteración en las propiedades del material de impresión de manera negativa.²⁶

Los polivinilsiloxanos no tienen distorsión cuando se retiran de zonas retentivas debido a que estos materiales presentan la deformación permanente más baja comparándolos con los otros elastómeros, tras una tensión por compresión.²⁶

4.1.3. Desinfección

La mejor desinfección es aquella en que se sumerge la impresión durante el tiempo que determina el fabricante, ya que con esto se garantiza que tanto el material de impresión como la cubeta están en contacto con el desinfectante, lo que no sucede cuando se utiliza una desinfección con spray.⁶

Una vez realizada la desinfección se debe retirar, lavar y vaciar la impresión.²⁶

No hay diferencia entre impresiones desinfectadas con glutaraldehído y las no desinfectadas.⁶

4.1.4. Almacenamiento

Cuando la temperatura aumenta, la velocidad de polimerización se acelera y por lo tanto disminuyen los tiempos de fraguado y de trabajo. Por consiguiente si se quiere aumentar el tiempo de trabajo de estos materiales se los puede enfriar, mezclándolos en una loseta de vidrio fría o conservando los materiales a temperatura ambiente de 23°C. El enfriamiento tiene muy poco efecto sobre la viscosidad. Las bajas temperaturas tienden a retrasar en un primer momento la reacción de fraguado. Por esta razón es recomendable un tiempo de espera para vaciar la impresión antes de la utilización a unos 10-15 grados centígrados.^{26,27}

4.2. ADHESIVOS

Cuando se utiliza adhesivos las impresiones son más exactas y consistentes. Todavía no se conoce la mínima cantidad de fuerza que se requiere para mantener la adhesión entre el material de impresión y la cubeta. Sin embargo la experiencia clínica ha demostrado que la fuerza de adhesión es indispensable para prevenir inexactitudes indetectables en las impresiones que pueden contribuir a restauraciones que no ingresen en los muñones.¹⁵

4.2.1. Composición de los adhesivos

Phillips y Skinner reportaron que la base utilizada para los adhesivos usados con PVS, contienen una silicona reactiva como el polidimetilsiloxano y el etilsilicato, el primero se adhiere al material de impresión de silicona mientras que el último crea una unión física entre la cubeta de impresión y el material de impresión^{15,25}

Los adhesivos no son intercambiables con los diferentes elastómeros existentes en el mercado debido a diferencias en su composición química; por ello, es recomendable utilizar siempre el adhesivo que acompaña al material de impresión.²⁵

En un estudio se encontró que al intercambiar los adhesivos entre dos PVS hubo una mayor adhesión entre el material de impresión y la cubeta. Los autores concluyeron que el material-adhesivo suministrado por la misma casa fabricante puede no ser siempre el mejor.¹⁵

4.2.2. Mecanismos de retención

La adhesión del material de impresión puede darse de diversas maneras: por medio de un adhesivo, por medio de perforaciones en la cubeta o la combinación de ambos métodos. La utilización de un líquido como adhesivo es el método más utilizado, ya que durante la remoción de la cubeta ésta es sometida a grandes tensiones y con frecuencia éste es el elemento que las contrarresta. Cada clase de elastómero tiene su propio adhesivo.^{9,25}

Mitchell y Damele (1970) investigaron la influencia que tienen algunos mecanismos de retención de las cubetas en la distorsión de impresiones tomadas con diferentes elastómeros. Se pudo observar una relación significativa entre la forma de la cubeta y la distorsión del material de impresión ya que las cubetas perforadas, poseedoras del mayor grado de retención, produjeron las mayores distorsiones, independientemente del material de impresión utilizado. Las cubetas perforadas tienden a dirigir la contracción de polimerización del material de impresión hacia las perforaciones de la cubeta y no hacia los dientes pilares preparados.²⁵

Skinner y Cooper en 1955 aseguraron que el mejor método de retención del material de impresión como el elastómero a la cubeta lo proporciona la utilización de un adhesivo. Una adhesión débil o inadecuada entre el elastómero y la cubeta puede originar inexactitudes no detectadas y deformaciones permanentes en la impresión, lo que contribuye a restauraciones que no ajustan.²⁵

Es necesaria una completa adhesión del material de impresión a la cubeta para evitar que éste se desprenda de la misma en el momento de retirarla de la boca, además con esto se asegura que la dirección de la contracción de polimerización sea hacia la cubeta. Esta adhesión es un factor crítico en la producción de una restauración final satisfactoria.^{9,17}

Los adhesivos de silicona son hechos para producir una unión entre la cubeta y la misma impresión. El adhesivo que contiene solventes debe ser aplicado en una capa delgada y se lo debe dejar secar.¹⁶

La aplicación del adhesivo en spray parece producir una menor fuerza de adhesión debido a la delgada capa que se produce en comparación con el adhesivo que se coloca con brocha.¹⁵

Algunos adhesivos de marca como Kerr- Caulk producen una capa más gruesa y son más difíciles de esparcir ya que los adhesivos se vuelven pegajosos. Mientras que aquellos que pertenecen a marcas como Coltene, Gc, Detax son más fáciles de aplicar y se logra alcanzar una capa más uniforme.¹⁵

La utilización de una capa de adhesivo siempre mejora la fuerza adhesiva de los materiales de impresión.¹⁷

En el año de 1990 Walters y Spurrier realizaron investigaciones relacionadas con los sitios de colocación del adhesivo. Ellos recomiendan colocar el adhesivo sólo en la superficie interna de la cubeta correspondiente a las caras oclusales de los dientes para resultados más satisfactorios, ya que en este caso se observó la menor retención física del material de impresión, lo que permitió su contracción en todas direcciones hacia los pilares.²⁵

4.2.3. Variables clínicas

- **Tiempo de secado del adhesivo**

Es recomendable aplicar el adhesivo en el interior de la cubeta en forma de una capa delgada y uniforme y dejar secar convenientemente antes de la colocación del material de impresión, ya que tiempos de secado inadecuados disminuyen la fuerza de unión del adhesivo debido a que no permiten que el mismo reaccione con la superficie del material de cubeta.²⁵

- ***Fuerzas de unión adhesivas***

Cuando se realiza la remoción de una impresión fuera de la boca las fuerzas externas que actúan sobre el material de impresión, el adhesivo y la cubeta, provocan una serie de reacciones internas denominadas tensiones, las cuales tienden a sacar el material de impresión fuera de la cubeta.²⁵

Phillips menciona que los adhesivos para polisulfuros, poliéteres y siliconas por condensación son satisfactorios; sin embargo sostiene que los adhesivos para las siliconas por adición son menos eficaces. Por el contrario Nicholson y cols. (1985) así como Grant y Tjan (1988) indican que las siliconas por adición poseen una fuerza de unión adhesiva mayor a la de los polisulfuros y algunas veces comparable a la de los poliéteres.²⁵

Debido a la controversia que existe en la literatura, Chai y cols. (1991) recomiendan mantener la máxima fuerza de unión que un adhesivo pueda proporcionar.²⁵

4.3. CUBETAS

Una cubeta es definida como un recipiente que tiene como fin llevar el material de impresión dentro de la cavidad bucal hasta que éste endurezca.²⁵

En 1986 Dikema y sus colaboradores, así como Wang y sus colaboradores en 1995 determinaron que una cubeta debe tener las siguientes características:

- Estabilidad dimensional
- Espacio suficiente entre la cubeta y los tejidos para garantizar un espesor uniforme del material de impresión de manera que se aumenten las posibilidades de obtener colados más exactos, a pesar de la contracción de polimerización del material de impresión
- Proporcionar retención adecuada para el material de impresión²⁵

Las cubetas para la toma de impresiones pueden ser catalogadas en cubetas individuales, aquellas que se fabrican específicamente para un paciente o cubetas prefabricadas, las cuales vienen en diferentes tamaños de acuerdo a la casa fabricante. A parte de ser plásticas o metálicas pueden ser perforadas, onduladas o con tratamiento de superficie con el fin de proveer suficiente retención al material de impresión.^{12,16}

A pesar de que la literatura estipula que las cubetas individuales producen una mejor impresión de las diferentes áreas de la boca que aquellas que son prefabricadas, éstas últimas son fáciles de conseguir y utilizar.¹⁶

Las cubetas prefabricadas pueden ser divididas en dos grupos: cubetas metálicas o plásticas. Las características ideales de una cubeta deben ser las siguientes:

- Buena adhesión del material de impresión
- Estabilidad dimensional
- Permitir un adecuado grosor del material de impresión
- Rigidez suficiente para resistir a la deformación¹⁶

Debido a que la mucosa que soportan las piezas dentales es un tejido compresivo, la deformación de la misma en el momento de la toma de impresiones tiene un efecto muy importante en el contorno de la superficie de la impresión. Esta deformación se encuentra influenciada por el material de impresión en el momento de colocar la cubeta (Koran 1980; Kukichi 1990; Sato 1996). Por esta razón se ha modificado las cubetas por medio de alivios y agujeros de escape. (Morrow, Rudd y Eximan 1980).⁴

Una cubeta debe ser fácilmente modificable para poder adaptarla en la arcada correspondiente, de tal manera que se pueda producir dentaduras que ajusten adecuadamente, especialmente en casos de dentaduras parciales removibles y dentaduras totales.²⁵

En el año de 1994 Breeding y sus colaboradores, así como Moseley y sus colaboradores indicaron que toda cubeta debe ser capaz de resistir a las tensiones producidas durante la inserción y remoción de la impresión, sin fracturarse o deformarse permanentemente.²⁵

Cuando una cubeta prefabricada es seleccionada normalmente el material de impresión a ser utilizado es de alta viscosidad. Este tipo de material presenta una mayor cantidad de relleno y por lo tanto tiene menor fluidez. La falta de esta fluidez puede resultar en una mayor cantidad de presión en el momento de la toma de impresiones, lo que produce cierta distorsión de la cubeta plástica si ésta no es lo suficientemente rígida.

12

Por esta razón se deben utilizar cubetas rígidas, metálicas para evitar que la masa viscosa deforme la cubeta lo menos posible al tomar la impresión. La recuperación de la forma de la cubeta tras retirarla de la boca da lugar a deformaciones incontroladas de los detalles de la impresión.²⁷

Cuando la cubeta presenta mayor rigidez se espera que los resultados sean más exactos ya que este tipo de cubetas pueden resistir de mejor manera a las fuerzas de distorsión que pueden causar distorsión plástica de la cubeta cuando esta es colocada y retirada de la boca.⁶

Las cubetas perforadas mejoran la exactitud de los modelos de yeso debido a la retención mecánica que proveen.⁶

La fluidez del material de impresión también tiene un papel importante. Cuando las cubetas no presentan alivios o agujeros de escape el material de impresión se mueve de dentro hacia fuera. Si la cubeta presenta alivios la velocidad de fluidez decrece en el área aliviada y cuando esta tiene agujeros de escape es posible que la dirección de fluidez cambie y se dirija hacia los agujeros.⁴

Rehberg en 1977, Burton y sus colaboradores en 1989 y Carrotte y colaboradores en 1998 indican que los materiales de impresión de alta viscosidad colocados en cubetas flexibles, ejercen flexión hacia afuera en las paredes de la cubeta al momento de su inserción en boca, provocando acumulación de tensiones residuales sobre dichas paredes. Durante la remoción de la cubeta, las tensiones se alivian originando deformaciones en la impresión y produciendo troqueles de tamaño menor al real. Clínicamente esto se evidencia en colados que ajustan en el troquel pero no en boca. Estos autores recomiendan utilizar materiales de impresión más fluidos cuando se trabaja con cubetas flexibles ya que las fuerzas necesarias para deformar estas cubetas son de una intensidad muy baja. Por el contrario, las cubetas rígidas no pueden ser distorsionadas por la alta viscosidad del material de impresión.²⁵

La retención mecánica que proveen las cubetas perforadas ayuda a resistir la contracción de las impresiones hacia el centro de la cubeta.²¹

Cuando se utilizan cubetas universales el diámetro de los troqueles puede resultar mayor al real. Esto es producto de la contracción que sufre el material de impresión en dirección a la cubeta por la acción del adhesivo colocado sobre la misma. Clínicamente es preferible un troquel ligeramente más ancho que la preparación para proveer espacio para el agente de cementación y evitar así la necesidad de colocar espaciador de troqueles en algunos casos.²⁵

Las cubetas individuales requieren mayor cantidad de material de impresión que las cubetas de fábrica, estas últimas pueden afectar en la exactitud debido a que tienen diferentes tamaños y propiedades.⁶

4.3.1. Influencia del espesor del material de impresión

El espesor de un material de impresión es conocido como la distancia existente entre la superficie interna de la cubeta y la superficie externa de la impresión. Una cubeta debe ser adecuadamente seleccionada, ajustada y colocada en boca para proporcionar un espesor mínimo y uniforme al material de impresión. Con eso se logra disminuir la posibilidad de distorsión ocasionada por cambios dimensionales debidos a la contracción de polimerización de los elastómeros, especialmente cuando la impresión no se vacía inmediatamente, lo que puede producir un ajuste poco satisfactorio de los colados.²⁵

Según algunos investigadores como Gilmore (1959), Reisbick y Matyas (1975), Miller (1975) Shillimburg y cols. (1983) Walters y Spurrier (1990), Phillips (1991) y Rueda y cols. (1996) el espesor del material de impresión debe ser entre 2 y 4 mm.²⁵

Algunos clínicos creen que si una cubeta prefabricada es llenada con material de impresión de manera desigual, la impresión no va a distorsionarse debido a que el material de impresión se adhiere a la cubeta gracias a la presencia del adhesivo. Ellos también presumen que cualquier cambio dimensional que ocurra durante la colocación

va a ser minimizado o eliminado debido a los diferentes diseños de cubetas como perforaciones, ondulaciones o la naturaleza de la superficie de la cubeta.¹⁶

Con los materiales de impresión no acuosos la cantidad de material debe ser siempre poco y bien distribuido. De acuerdo con Phillips el grosor óptimo de este material debe ser de 2-4mm.¹⁶

Las siliconas de adición se caracterizan por presentar el mejor comportamiento de recuperación elástica y pueden tolerar compresiones de hasta tres cuartos de su dimensión original sin ningún problema, y son tolerables hasta en dos tercios de compresión, para su utilización deben usarse cubetas de dimensiones suficientes.²⁷

4.3.2. Métodos para la remoción de las impresiones

Para mantener la integridad del sistema impresión-adhesivo-cubeta, es recomendable que las fuerzas de unión de los sistemas adhesivos excedan los valores de fuerzas de remoción de las impresiones; si esto no sucede se producirá una distorsión y un desplazamiento del material de impresión.²⁵

La magnitud de las fuerzas de inserción y remoción involucradas en la toma de una impresión dependen de varios factores: de las propiedades mecánicas de los materiales de impresión y de las cubetas, del diseño de la cubeta, del espesor del material de impresión, del método usado para asentar y remover la impresión, del número de dientes remanentes y de la forma y consistencia de los tejidos duros y blandos. Los factores citados anteriormente pueden a su vez influenciar la deformación viscoelástica de los materiales de impresión, situación que no siempre está bajo el control del odontólogo.²⁵

Dikema y cols. (1986) y Phillips (1991) recomiendan que el material de impresión deba permanecer en boca el tiempo indicado por la casa fabricante para que

de esta manera se desarrollen adecuadamente sus propiedades viscoelásticas sin la producción de distorsiones producidas durante el retiro de la cubeta de boca.²⁵

Shillimburg y cols. (1983) y Chai y cols. (1991) recomiendan retirar la impresión con un movimiento rápido, brusco y seco, sin torcer la cubeta, evitando así distorsiones permanentes en la impresión. Shigeto y cols. (1989) y Wang y cols. (1995) mencionan que métodos lentos de remoción permiten que las tensiones acumuladas dentro de la impresión originen deformaciones plásticas, es decir permanentes, especialmente cuando existen retenciones alrededor de los pilares. Esto se traduce en impresiones y modelos inexactos.²⁵

En un estudio *in vitro* realizado en 1994 por Dixon y cols se demostró que la fuerza de remoción aplicada en tres puntos de la cubeta es de una magnitud mucho mayor que la fuerza de tracción aplicada a nivel del mango de la misma. Esto sucede debido a que es más fácil realizar el retiro de una impresión aplicando la fuerza únicamente en un punto de la cubeta, ya que en este caso se genera una fuerza de aplicación continua, en especie de cascada, que permite ir rompiendo el sellado periférico de manera paulatina desde el punto de aplicación de la fuerza hasta la porción más distal de la cubeta. En este caso el material de impresión podrá separarse más fácilmente de los tejidos subyacentes.²⁵

Dikema y cols. (1986) piensan que el uso exclusivo de un mango único anterior ocasiona que la cubeta se deslice fuera del sector anterior más rápidamente que fuera de los dientes posteriores. Esto aumenta la posibilidad de desgarrar o distorsionar el material de impresión. Según ellos, la cubeta debe perder contacto con todos los dientes de manera simultánea una vez que está siendo removida fuera de la boca. Es debido a ello que el mango anterior de la cubeta no debe utilizarse como palanca para facilitar la remoción de la impresión.²⁵

Por el contrario la remoción de una impresión realizada con cargas aplicadas sobre múltiples puntos, requiere de la ruptura del sellado periférico y de la separación del material de impresión fuera de los tejidos, todo de manera simultánea y en todos los puntos de aplicación de las cargas. Esto se traduce en valores altos de fuerzas de remoción.²⁵

Collard y cols. (1973) refieren que la remoción de la cubeta en un ángulo diferente al eje axial de los dientes, incrementa las tensiones dentro de la impresión.²⁵

Shigeto y cols. (1989) quienes aplicaron tres métodos de remoción clínicamente simulados y observaron que el método de remoción perpendicular al plano oclusal de los dientes origina los menores cambios dimensionales en la impresión.²⁵

El método de remoción inclinado con fulcrum en el sector posterior es capaz de inducir más tensiones y distorsión sobre espesores delgados del material de impresión, por ejemplo, entre los pilares y los dientes adyacentes.²⁵

Los autores recomiendan colocar el fulcrum lo más alejado posible del diente pilar si la cubeta tiene que ser inclinada al momento de su remoción.²⁵

Sotiriou y Hobkirk en 1995 realizaron un estudio para determinar la magnitud de las fuerzas involucradas en la toma de impresiones realizadas en sujetos dentados. Ellos aplicaron las fuerzas sólo a nivel de los mangos de las cubetas. Los autores observaron que las fuerzas de inserción y remoción registradas al utilizar las cubetas plásticas fueron de menor magnitud en comparación a las que se registraron al utilizar las cubetas metálicas. Materiales de viscosidad alta registraron mayores fuerzas de remoción. Al utilizar la técnica de impresión en dos tiempos se observó ruptura de los mangos de las

cubetas plásticas y fallas del adhesivo cuando era colocado sobre cubetas metálicas, en la segunda fase de remoción de las impresiones.²⁵

Las menores fuerzas de inserción registradas al utilizar las cubetas plásticas podrían deberse a la presencia de perforaciones en las cubetas. Por otra parte el operador aplica menores fuerzas de remoción sobre cubetas plásticas para evitar su ruptura. A la explicación anterior se agrega la distorsión que sufren las cubetas plásticas por la flexión de los materiales de impresión (dependiendo del material utilizado y de su módulo elástico), cuando pasan sobre retenciones presentes en boca, para permitir una remoción más fácil de la cubeta fuera de la boca.²⁵

Se concluyó que fuerzas de remoción mayores a 45 N no son confortables para el paciente y que las mismas pueden causar daños a los tejidos blandos o dientes antagonistas si el operador no toma las debidas precauciones.²⁵

4.4. TOMA IMPRESIÓN

Una buena impresión para una restauración debe cumplir con las siguientes condiciones:

- La impresión debe encontrarse libre de burbujas, especialmente en la línea de la terminación
- El duplicado debe ser exacto, es decir igual al diente preparado e incluir toda la preparación y suficiente superficie de diente no tallada para permitir al odontólogo y al técnico ver con seguridad la localización y configuración de la línea de terminación.

Los dientes y tejidos adyacentes al diente preparado deben quedar exactamente reproducidos para permitir una precisa articulación con el modelo y un modelado adecuado de la restauración ²⁸

Se siguen los siguientes pasos:

- Lavar la impresión con agua por diez segundos para simular saliva y otros contaminantes, secar con aire.
- Desinfectar con glutaraldehído al 3.5% por 20 segundos
- Lavar con agua por 10 segundos, secar con aire
- Dejar 40 minutos en el ambiente
- Yeso tipo cuatro, 70 gramos + 14ml de agua destilada, mezclar a mano por 15 segundos y luego en la vibradora por 30 segundos
- Yeso ingresa en impresión por medio de vibración
- Secar el yeso por 60 minutos al ambiente
- Zócalo de yeso tipo tres con 70g + 20ml de agua mezclar a mano y luego en vibrador
- Retirar el yeso 24 horas después de vaciado ⁶

Hay que tomar en cuenta que no es lo mismo tomar una impresión en vivo que in Vitro, ya que la presencia de dientes plásticos y tejidos puede afectar en la distorsión debido a la adherencia del material de impresión de los mismos. No se utilizó humedad equivalente a la saliva ni tampoco algo que simule el biofilm que existe en las superficies orales y que está en contacto con el material de impresión. ⁶

4.5. YESO

La exactitud de una impresión depende del yeso que se utilice para realizar el modelo. Los yesos dentales varían en una expansión lineal de aproximadamente un

0.04-0.3% (ANSI/ADA 1987) la cual puede causar una distorsión en el modelo a pesar de que la impresión sea lo más exacta posible. ¹⁶

La presencia de agujeros en la superficie del yeso afecta la restauración que se va a realizar en el mismo. Algunas de las causas de la formación de agujeros en modelos de yeso vaciados a partir de impresiones con PVS son las siguientes: pobres características de humedad, burbujas de aire presentes en la mezcla del yeso y la técnica de vaciado. ¹¹

Las técnicas de vaciado consisten en la colocación del yeso mezclado en la impresión sobre un vibrador. Schelb utiliza una jeringa cargada con yeso el cual lo introduce en la porción mas profunda de la impresión y luego rellena el resto colocando la impresión sobre un vibrador para evitar agujeros. Otra técnica que se utiliza es colocar el yeso con un pincel sosteniéndola sobre el vibrador hasta llenar la impresión. En la técnica común el yeso es colocado con una espátula en la periferia de la impresión para luego por medio de vibración llenar la misma. Cualquiera que sea la técnica que se utilice siempre se utiliza un vibrado para que el yeso fluya y se dispersa en la impresión. El grado de fluidez en sentido vertical y horizontal del yeso sobre la impresión depende de la frecuencia y la amplitud de la vibración. ¹¹

Cuando la vibración se produce a través de la porción metálica del vibrador, el yeso que se encuentra colocado en el tope de la impresión se mueve de manera repetitiva en círculos hacia las paredes de la impresión. ¹¹

La formación de agujeros se explica basándose en el grado del vaciado, el cual es el grado de fluidez del yeso en una dirección vertical a lo largo de las paredes de la impresión y el grado de esparcimiento en una dirección horizontal. Si el grado de esparcimiento es igual o mayor al grado de fluidez vertical habrá menor turbulencia en el yeso dando como resultado menos chance de que se formen agujeros. Al contrario si

el grado de fluidez vertical es mayor que el grado de esparcimiento entonces habrá una mayor turbulencia y por lo tanto mayor probabilidad de que se formen agujeros.¹¹

Una frecuencia baja de vibración hace que la base metálica del aparato vibre de manera más violenta. Sin embargo si la frecuencia aumenta desde cero hasta infinito, la base metálica puede parecer estacionaria y el yeso no responde a la vibración. Consecuentemente el grado de fluidez del yeso es mayor a baja vibración que a mayor y por lo tanto puede haber una mayor formación de agujeros en el yeso.¹¹

El yeso tipo IV es un yeso con gran dureza y poca expansión mientras que el yeso tipo V es un yeso con gran expansión. Los yesos tipo IV que tienen resina impregnada tiene una mayor exactitud dimensional que los yesos convencionales sin embargo otros estudios han demostrado que no existe diferencia entre estos dos tipos de yeso. Los yesos con resina epóxica tienen un rango de encogimiento del 0.1-.04%.¹⁹

Es importante al momento de escoger un yeso tomar en cuenta el tiempo de fabricación que éste requiere y que sea fácil de utilizar.¹⁹

Los yesos dentales pueden ser fáciles de llevar al procedimiento de vibración y colocarlos en la impresión, además pueden ser utilizados después de una hora. Sin embargo estudios recientes han demostrado que estos yesos continúan su expansión por 96 horas después de mezclados.¹⁹

La expansión convencional de los yesos dentales es de 0.25% o menos, mientras que la máxima expansión puede llegar hasta 0.5%.²⁰

El tipo de cubeta que se utilice es un factor importante en lo que respecta a la expansión del yeso en la impresión.²⁰

Es importante la interacción entre el yeso y el material de impresión. Ciertos materiales de impresión producen mayor cantidad de burbujas en ciertos yesos que otros.²²

La poca presencia de humedad en los materiales de impresión puede producir la formación de ángulos de contacto en el yeso. Mientras mayor es el ángulo de contacto, mayor será el daño en el yeso.²²

Los yesos para troquelar deben tener ciertas características como: fuerza, resistencia a la fractura, superficie dura, exactitud y buena reproducción de detalles.²³

El yeso tipo IV es el más utilizado para la realización de dados, según la especificación # 25 de la ADA.²³

2. METODOLOGÍA

1. Diseño y confección del modelo maestro en pantoma metálico.

Se tomaron las medidas del artículo (Kenyon et al. Dimensional accuracy of 7 die material. Journal of Prosthodontics), el cual indica que deben ser las siguientes: ¹⁹

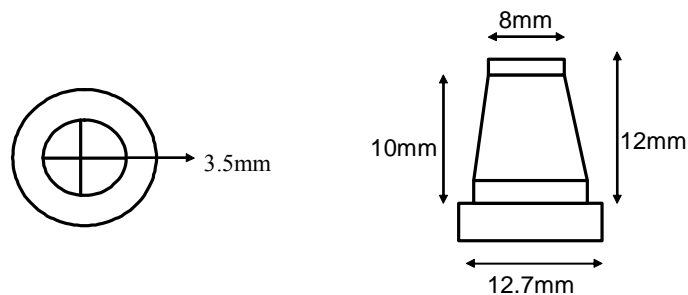


Gráfico 1. Medidas del patrón

Se mandó hacer el modelo maestro donde un cerrajero al cual se le entregó las medidas y un grafico de lo que se requería. Después de dos semanas entregaron el trabajo hecho a partir de acero inoxidable, sumamente rígido.



Gráfico 2. Modelo maestro vista superior



Gráfico 3. Modelo maestro vista lateral

2. División del estudio en tres grupos conformados cubetas plásticas perforadas (Vista Dental[®]), metálicas perforadas (Dent Mart[®]) y rimlock (Henry Schein[®]).

<i>CUBETA</i>	<i>CON ADHESIVO</i>	<i>SIN ADHESIVO</i>
Rimlock	Rimlock + adhesivo	Rimlock – adhesivo
Metálicas agujereadas	Metálicas agujereadas + adhesivo	Metálicas agujereadas – adhesivo
Plásticas agujereadas	Plásticas agujereadas + adhesivo	Plásticas agujereadas – adhesivo

Tabla 1. División de grupos para estudio



Gráfico 4. Cubetas metálicas perforadas, plásticas perforadas y rimlock

Se tomaron 5 impresiones con cada cubeta. La mitad con adhesivo y la otra sin adhesivo, conformando 6 grupos(n =10), (Henry Schein[®]).

- Colocación o no de adhesivo marca Caulk en la cubeta. Las instrucciones del adhesivo advierten que éste debe ser colocado sobre una superficie limpia y en una capa delgada, durante un mínimo de tiempo de cinco minutos y un máximo de media hora. En este estudio se colocó sobre la cubeta y se dejó secar durante cinco minutos a una temperatura de 25-26^oC .



Gráfico 5. Adhesivo marca Caulk®, Dentsply



Gráfico 6. Colocación de adhesivo en cubeta rimlock



Gráfico 7. Colocación de adhesivo en cubeta plástica perforada



Gráfico 8. Colocación de adhesivo en cubeta metálica perforada

4. Para la preparación de la pasta de impresión Aquasil pesada y liviana se siguieron las instrucciones del fabricante. Se retiró la tapa de los cartuchos de pasta y liberamos una pequeña cantidad de base y catalizador para luego instalar la punta de mezcla, así nos aseguramos que haya un flujo regular desde el cartucho. Esto se realizó tanto en la pasta pesada como ligera. Después se colocó primero el material de viscosidad alta sobre la cubeta tomando en cuenta de no ponerlo en capas o filas para que el aire incorporado sea mínimo. Luego se inyectó el material de viscosidad baja en la cubeta y también alrededor de los muñones del modelo maestro, asegurándose de que la punta intraoral se mantenga dentro del material de impresión. Una vez hecho

esto el modelo maestro fue insertado en la cubeta generando cierta presión durante cinco minutos hasta que el material de impresión fragüe. Una vez que fraguó por medio de una espátula de yeso delgada se retiró el modelo maestro de la impresión ejerciendo fuerza solamente en la parte anterior del mismo. Este procedimiento fue realizado a una temperatura entre 25 y 26^oC, durante las 8-10am.



Gráfico 9. Pasta de impresión Aquasil[®] ligera y pesada



Gráfico 10. Material de impresión Aquasil[®] pesado



Gráfico 11. Material de impresión Aquasil[®] ligero y pesado



Gráfico 12. Presión ejercida durante cinco minutos



Gráfico 13. Retiro de modelo maestro



Gráfico 14. Impresión polimerizada

5. Una vez obtenido la impresión se lavó con agua proveniente de la jeringa triple durante 10 segundos para luego secarla el mismo tiempo.



Gráfico 15. Lavar por 10 segundos



Gráfico 16. Secar por 10 segundos

6. Para la desinfección de las impresiones se preparó hipoclorito de sodio al 1:10, es decir una parte de hipoclorito por diez de agua y se sumergió completamente las impresiones durante cinco minutos. Lavamos las mismas con agua de la jeringa triple por 10 segundos y secamos con aire el mismo tiempo.



Gráfico 17. Muestras sumergidas en hipoclorito de sodio 1:10

7. Cuando terminó el proceso de desinfección, 24 horas después en el laboratorio se preparó yeso tipo IV marca Elite[®] Rock, Zhermack, siguiendo las instrucciones del fabricante para su preparación. La dosificación de agua/polvo que utilicé fue de 19-20ml/100g y mezclé durante 60 segundos de manera manual y 30 segundos en el vibrador. Vaciamos el modelo por medio de vibración.



Gráfico 18. Colocación de agua en yeso



Gráfico 19. Mezcla manual de yeso



Gráfico 20. Colocación de yeso en cubeta

8. Una vez fraguado, 24 horas después, retiramos el modelo de yeso de la impresión.



Gráfico 21. Modelo de yeso obtenido a partir de impresión

9. Al obtener todas las muestras se realizó las mediciones de cada una en la E.S.P.E. (Escuela Politécnica del Ejército). Por medio de un microscopio de herramientas se midieron las bases del cono derecho e izquierdo y la distancia entre centros de los mismos.

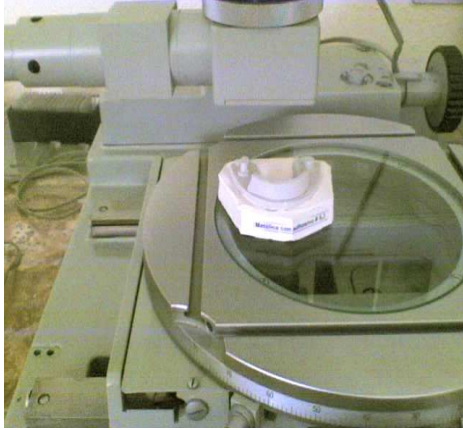


Gráfico 22. Medición de modelo de yeso

10. Los valores obtenidos fueron analizados a través de los métodos estadísticos adecuados.

6. JUSTIFICACIÓN

El uso de diferentes tipos de porta impresiones en la práctica clínica ha creado incertidumbre acerca de cual es la mejor, es decir cual es aquella que proporciona mayor exactitud y estabilidad dimensional del material de impresión y por lo tanto restauraciones más precisas.

Los porta impresiones utilizados pueden ser de tipo individual, para cada paciente específicamente, o prefabricadas las cuales vienen en varios tamaños, diseños y materiales. Pudiendo ser metálicas, plásticas, agujereadas, con alivios o tratamientos de superficie.

Para la confección de una prótesis parcial fija las más utilizadas son prefabricadas a las que en algunas ocasiones se les coloca adhesivo para mejorar la adherencia del material de impresión a la misma.

La realización de un estudio que compruebe cual proporciona mayor exactitud al comparar modelos de yeso, obtenidos a partir de impresiones con polivinilsiloxano, con el modelo maestro puede llegar a ser beneficioso en la práctica clínica.

El hecho de obtener restauraciones con mayor precisión ayuda a ahorrar tiempo en el consultorio, creando en el paciente un mayor confort en el momento de su visita ya que no tiene que permanecer mucho tiempo en un lugar que no resulta de su total agrado; para el profesional esto permite que el mismo trabaje con restauraciones que ajustan de manera precisa sin tener que modificarlas, permitiendo un ahorro de tiempo y calidad de atención.

7. RESULTADOS

En este experimento se estudiaron un total de 30 especímenes (5 para portaimpresiones plásticos sin adhesivo, 5 para plásticos con adhesivo, 5 para metálicos sin adhesivo, 5 para metálicos con adhesivo, 5 para rimlock sin adhesivo y 5 para rimlock con adhesivo). Primero se compararon las muestras con el modelo maestro dando como resultado lo siguiente:

Gráfico 23. Comparación de medidas de base de cono izquierdo entre patrón y muestras

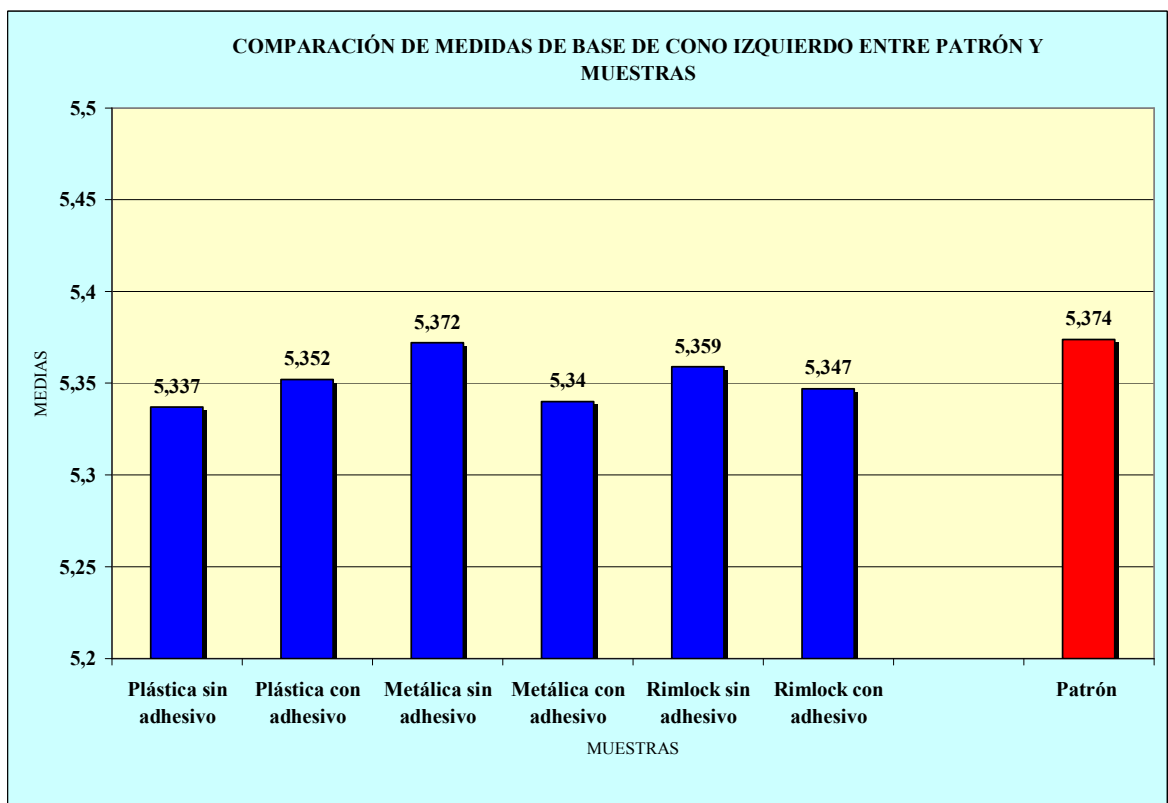


Gráfico 24. Comparación de medidas de distancias de centros entre patrón y muestras

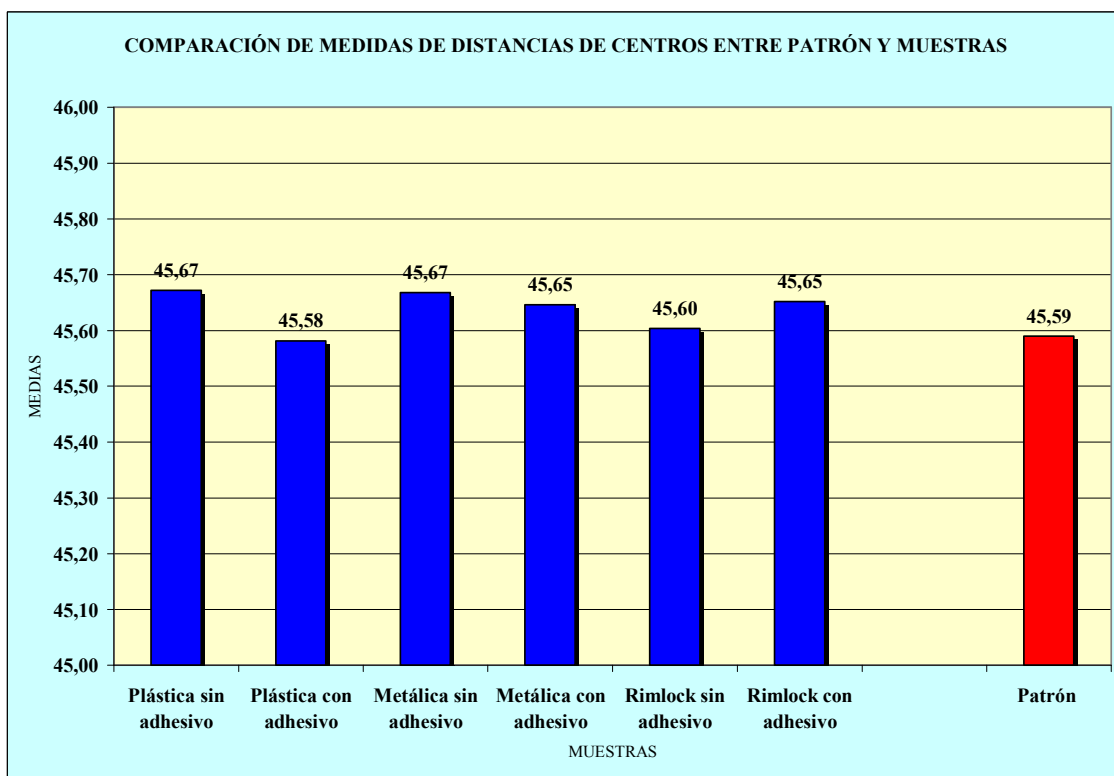
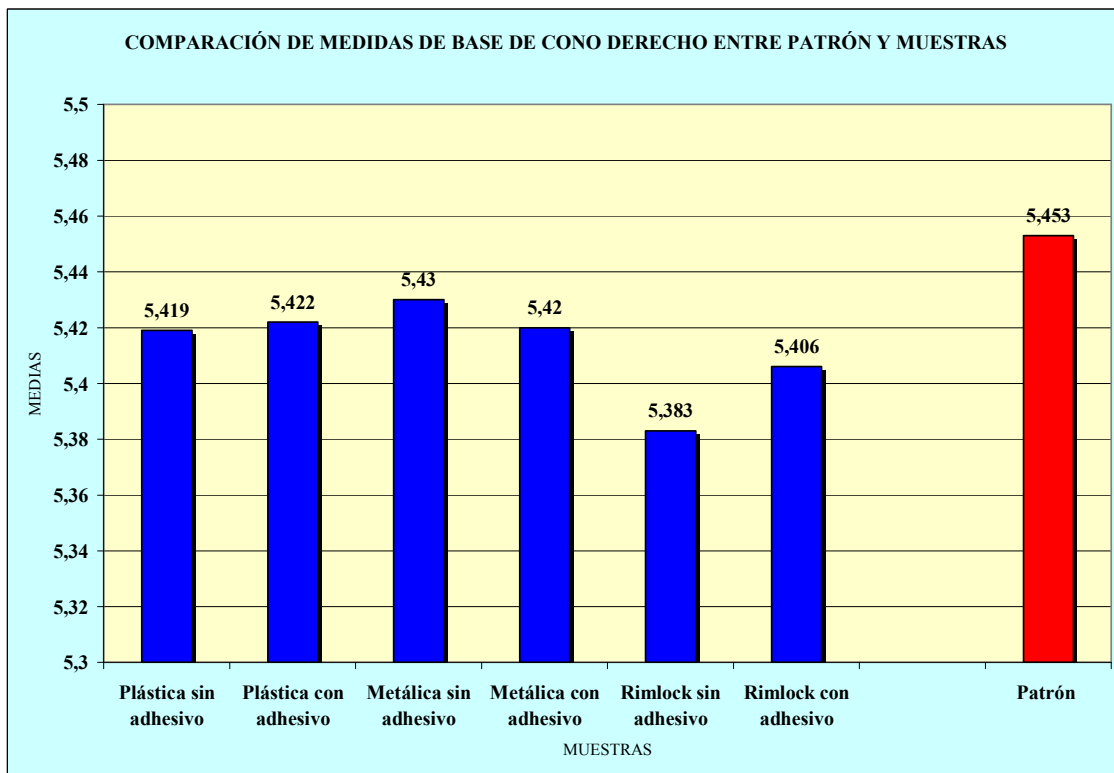


Gráfico 25. Comparación de medidas de base de cono derecho entre patrón y muestras



Luego se comparó las medidas entre grupos de cubetas con y sin adhesivo. Los resultados son los siguientes:

Gráfico 26. Comparación de medidas de base de cono izquierdo entre muestras sin adhesivo

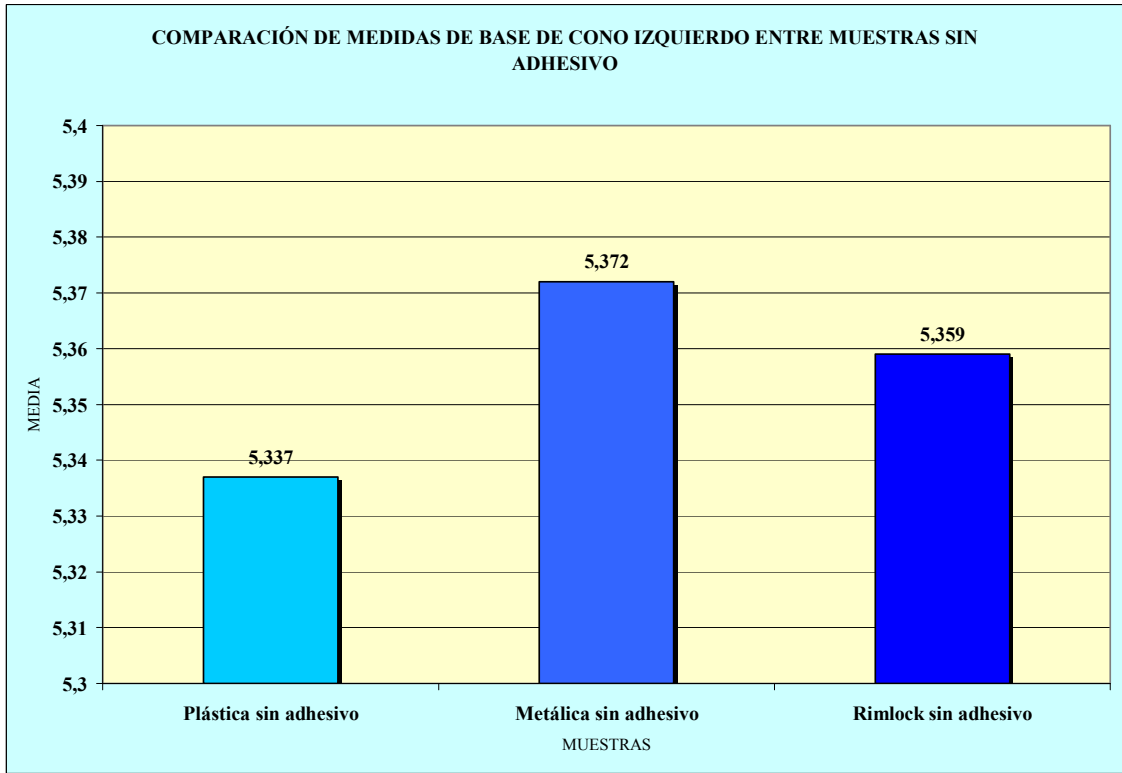


Gráfico 27. Comparación de medidas de base de cono derecho entre muestras sin adhesivo

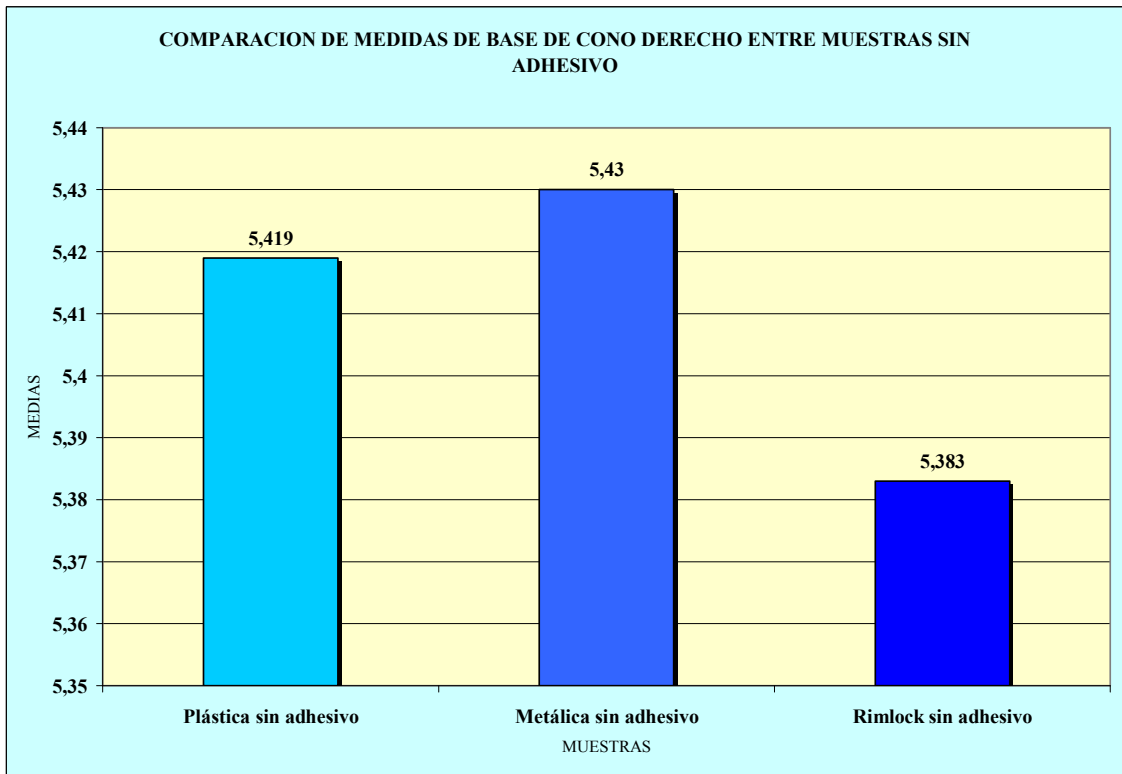


Gráfico 28. Comparación de medidas de distancia entre centros de muestras sin adhesivo

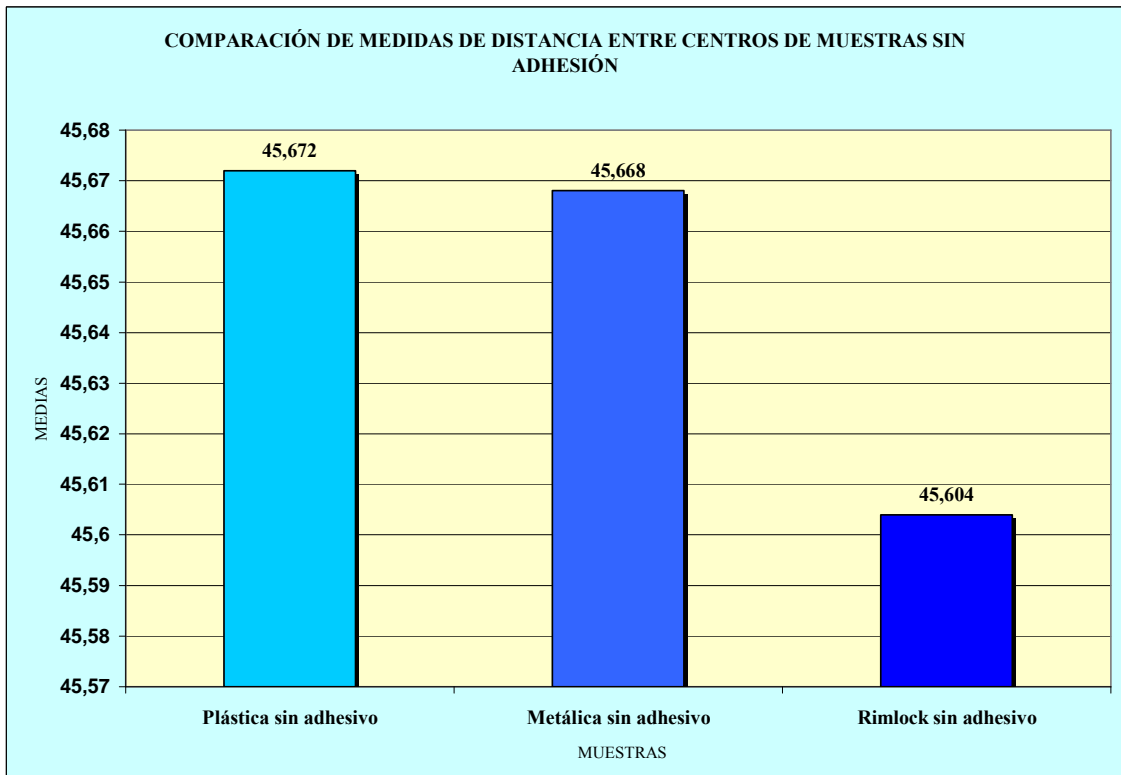


Gráfico 29. Comparación de medidas de base de cono izquierdo entre muestras con adhesivo

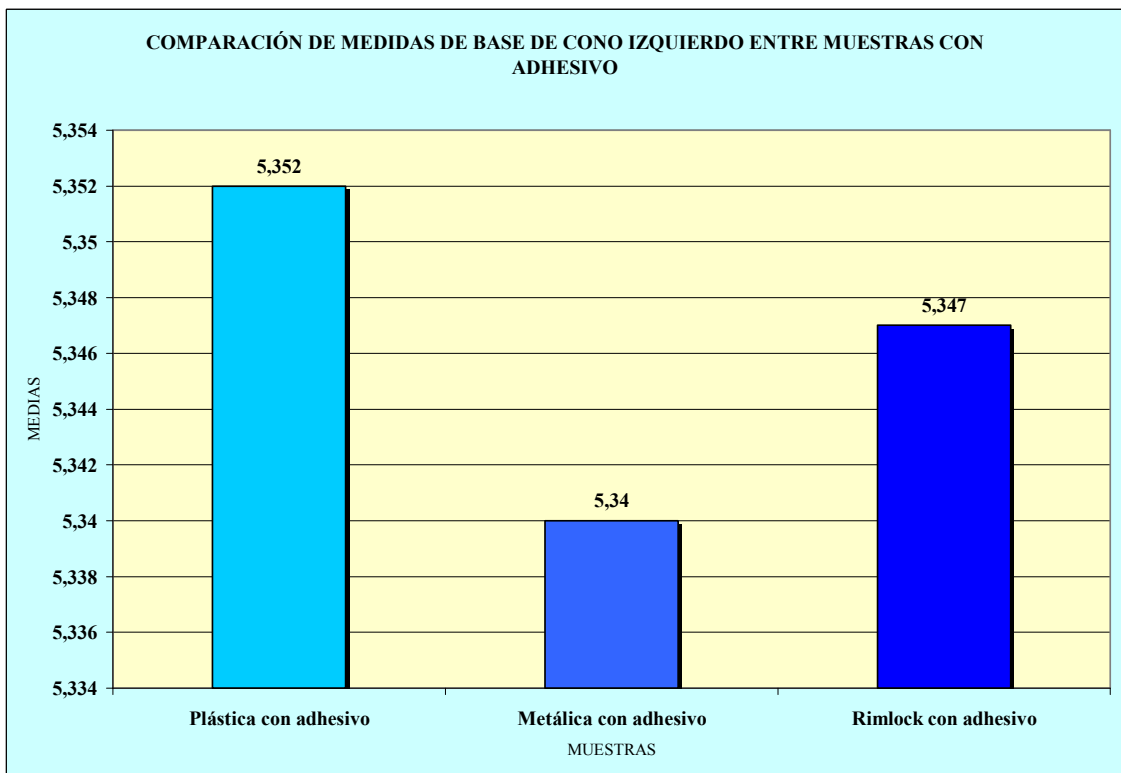


Gráfico 30. Comparación de medidas de base de cono derecho entre muestras con adhesivo

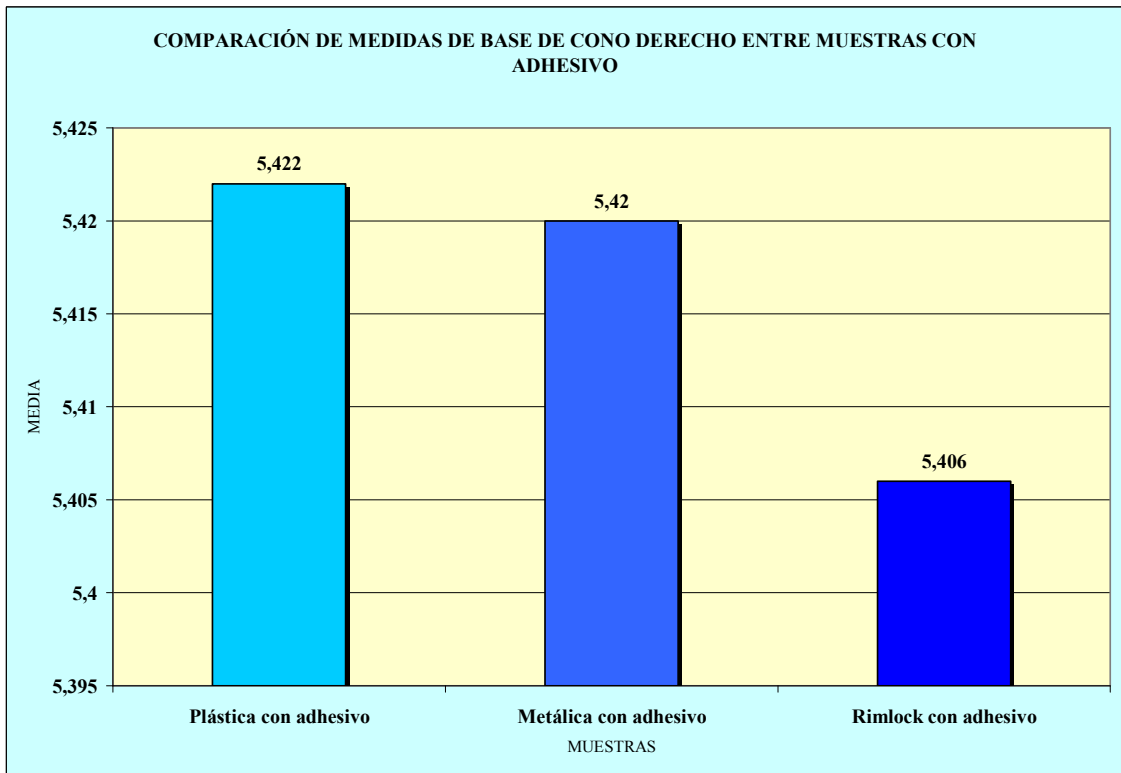
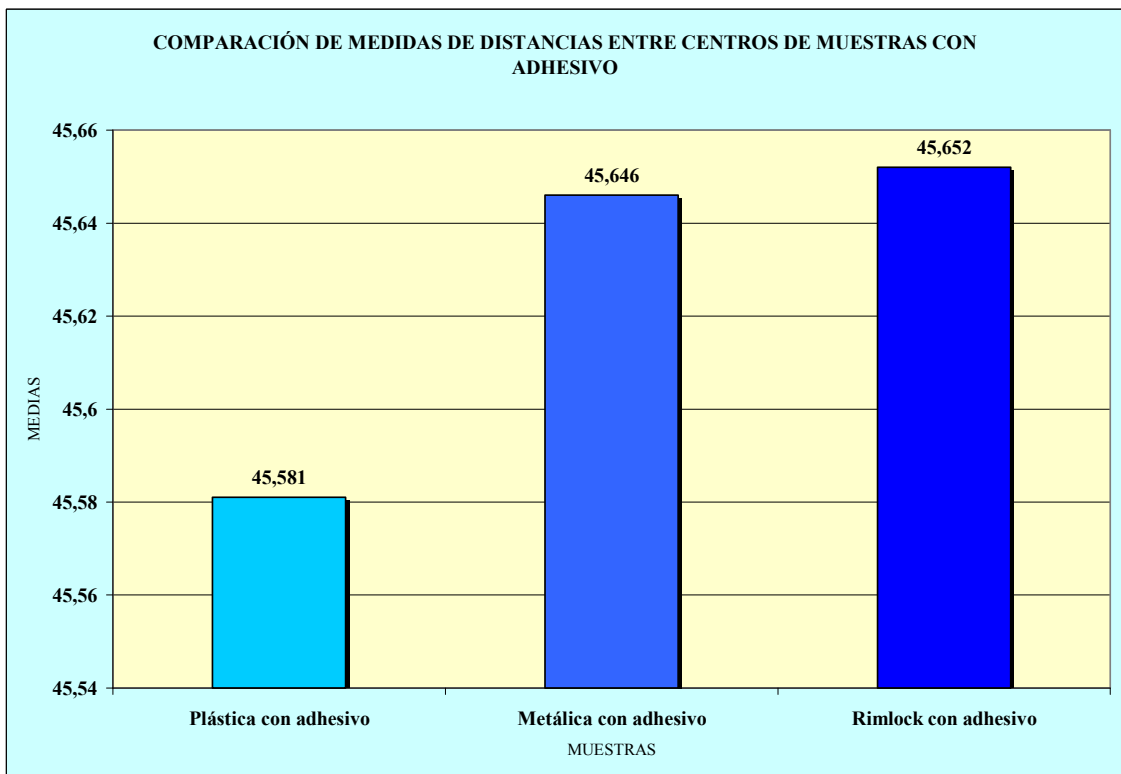


Gráfico 31. Comparación de medidas de distancias entre centros de muestras con adhesivo



Para el tercer resultado se comparó medidas entre cubetas y se obtuvo:

Gráfico 32. Comparación de medidas de base de cono izquierdo (BCI), base de cono derecho (BCD), distancia entre centros (DEC) de cubetas plásticas

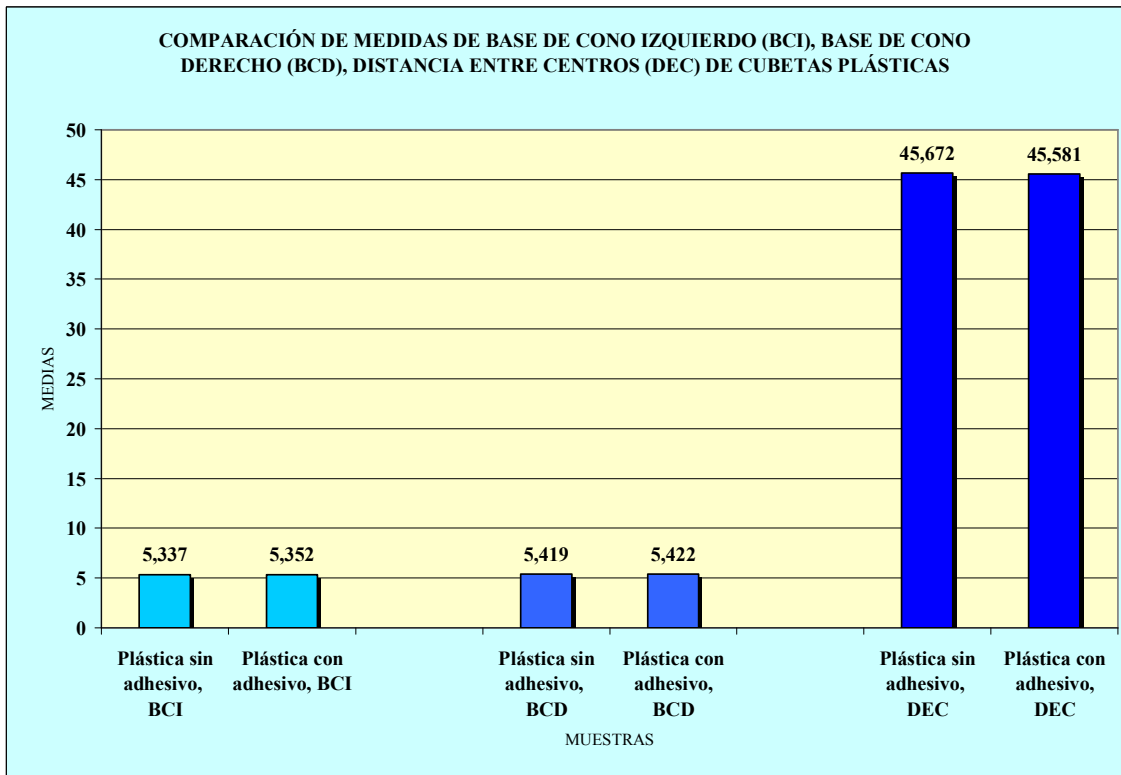


Gráfico 33. Comparación de medidas de base de cono izquierdo (BCI), base de cono derecho (BCD), distancia entre centros (DEC) de cubetas metálicas

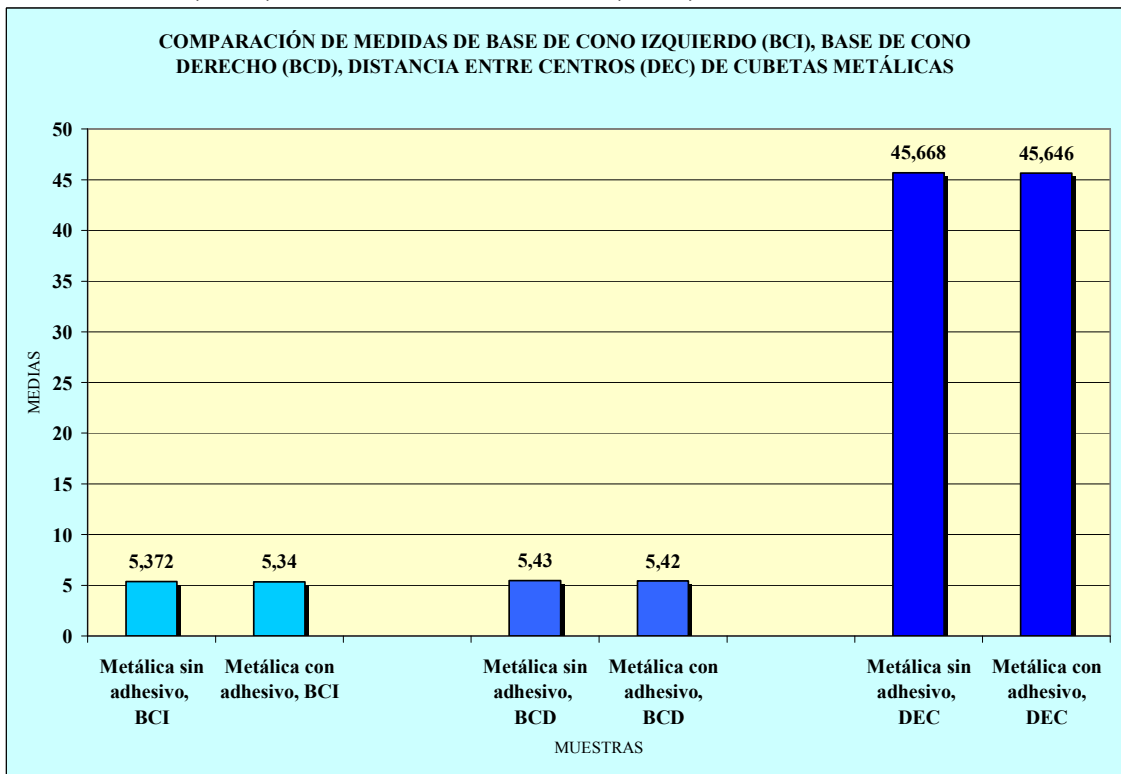
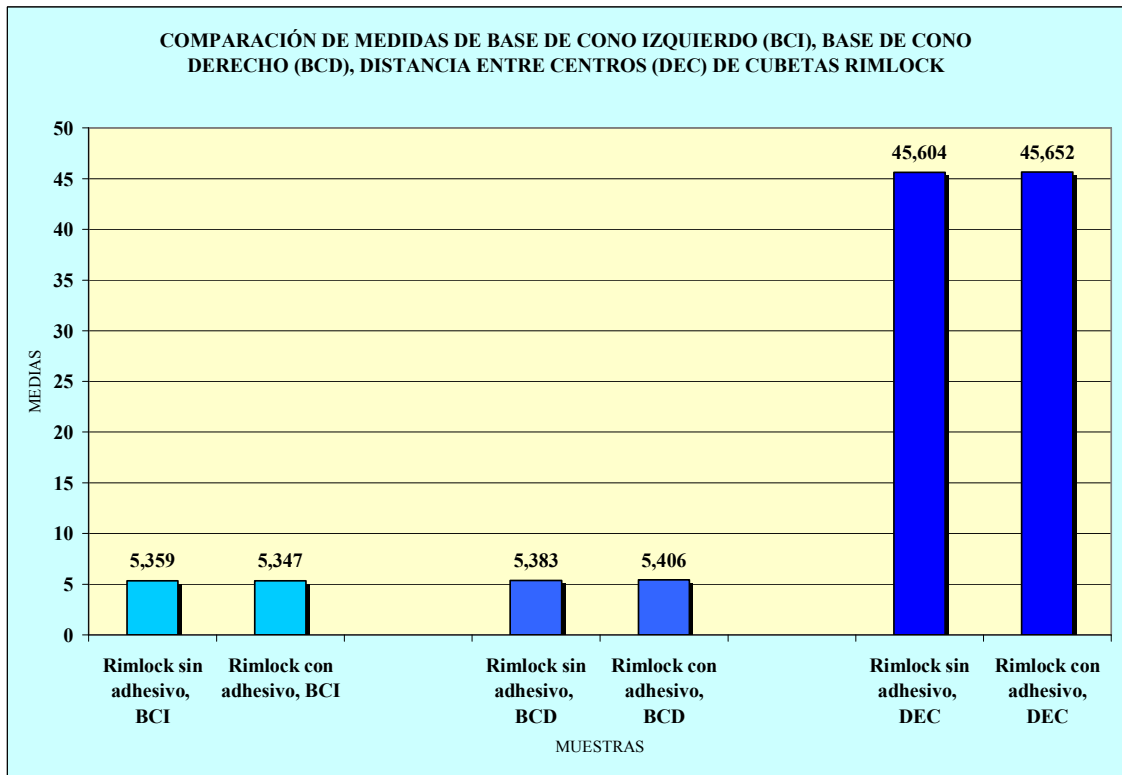


Gráfico 34. Comparación de medidas de base de cono izquierdo (BCI), base de cono derecho (BCD), distancia entre centros (DEC) de cubetas rimlock



8. DISCUSIÓN

El uso de cubetas con mecanismos de retención sean estos agujeros, alivios o el uso de un adhesivo sí influye en la obtención de restauraciones más exactas obtenidas a partir de un duplicado de la cavidad, en este caso el modelo de yeso.

Las cubetas metálicas perforadas, son cubetas rígidas las cuales al ser utilizadas con un material de alta viscosidad presentan el menor grado de distorsión al ser insertadas y retiradas de la boca. La colocación de un medio adhesivo en éstas ayuda a mejorar el proceso de contracción por polimerización que sufre el material de impresión. Normalmente éste se polimeriza hacia las paredes de la cubeta, es decir hacia las retenciones que ésta presenta, ayudando así a resistir la contracción de las impresiones hacia el centro de la cubeta. Si no existiesen estas retenciones y la ayuda de un medio adhesivo el material de impresión se dirige en varias direcciones para al final de la polimerización ir hacia el centro del mismo material creando así troqueles más pequeños.

En este estudio los resultados mostraron que la menor distorsión fue obtenida con el uso de cubetas rimlock sin adhesivo, pues este tipo de cubetas presenta alivios en su estructura que ayudan a que el material de impresión se dirija y se mantenga contraído hacia las paredes de la misma. Si se coloca adhesivo éste rellena los alivios haciendo que la cubeta no tenga retenciones y por lo tanto el material de impresión se contraiga sobre sí mismo.

Por otra parte las cubetas plásticas como la literatura lo refiere, no deben ser utilizadas con materiales de impresión de alta viscosidad ya que estos materiales al tener un alto contenido de relleno presentan menor fluidez haciendo que la presión ejercida al colocar la cubeta en boca sea mayor y se produzca una distorsión de la cubeta alterando la restauración final. La flexión ejercida por parte del material de impresión altamente

viscoso se dirige hacia las paredes de la cubeta en el momento de su inserción, lo que produce una acumulación de tensiones residuales sobre dichas paredes. Al remover la cubeta, las tensiones se alivian originando deformaciones en la impresión. Para este tipo de cubetas se recomienda utilizar materiales de impresión con mayor fluidez. Esta sería una de las razones por las que en este trabajo al utilizar cubetas plásticas se obtuvieron valores menores.²⁵

En la literatura se indica que el adhesivo debe ser colocado solamente en la cara oclusal de la cubeta para que de esta manera el material de impresión no presente una retención física muy fuerte y pueda dirigirse libremente hacia los pilares. En la práctica clínica la utilización de adhesivo es casi nula además cuando se lo utiliza se coloca en toda la cubeta y en varias capas, ya que no existe el conocimiento adecuado acerca de su colocación. No se han encontrado otros artículos en los cuales se hable de un sitio diferente de colocación del adhesivo. Sin embargo pienso que si esto sucediera, es decir que se pondría en otro lugar los valores obtenidos en mi estudio posiblemente variarían.

25

En los resultados de este estudio se observó que las cubetas plásticas con adhesivo presentaban menores valores que aquellas sin adhesivo, probablemente esto se debe a que no existe compatibilidad entre los materiales que componen el adhesivo y el plástico de la cubeta.

Para la realización de mediciones de este estudio se tomaren en cuenta tres puntos, la base del cono derecho, la base del cono izquierdo y la distancia entre centros. Esto se hizo debido a que en la literatura existe información acerca de la medición solamente de conos, más no de la distancia entre centros. A mi manera de ver esta medición posiblemente es una de las más importantes porque aquí se podrá ver

claramente la distorsión o cambios en la estabilidad dimensional de los modelos de yeso comparándolos al modelo maestro.¹⁹

Es de importancia tomar en cuenta que a partir de este estudio surgen gran cantidad de preguntas que no tienen respuesta ya que no existen datos en la literatura que ayuden a resolverlas. Por esta razón es necesario un seguimiento del estudio en cuanto a sitios de colocación del adhesivo, diferentes tipos de materiales de impresión, presencia de humedad o cambios de temperatura, así como tiempos de desinfección y vaciado.

9. CONCLUSIONES

En las condiciones que este trabajo fue ejecutado, podemos concluir lo siguiente

- Cubetas metálicas perforadas con adhesivo y rimlock sin adhesivo presentaron menores valores de distorsión al compararlas con modelo maestro y entre cubetas.
- Las cubetas plásticas permitieron observar mayor grado de distorsión cuando utilizadas con o sin adhesivo
- El uso de un adhesivo sobre una cubeta metálica permite menores valores de distorsión
- Al usar adhesivo en una cubeta rimlock los valores de distorsión aumentan

10. BIBLIOGRAFÍA

1. **RUPP F.** y Axmann D. Hydrophilicity of elastomeric non-aqueous impression materials during setting. *Dental Materials.* (2005) 21, 94-102.
2. **CHEN S** et al. Factors affecting the accuracy of elastomeric impression materials. *Journal of Dentistry.* (2004) 32, 603-609.
3. **BOENING et al.** Clinical significance of surface activation of silicone impression materials. *Journal of Dentistry.* (1998) 26, 447-452
4. **NISHIGAWA et al.** Visual observation of the dynamic flow of elastomer rubber impression material between the impression tray and oral mucosa while seating the impression tray. *Journal of Oral Rehabilitation.* (2003) 30, 608-613
5. **HUAN et al.** Mechanical properties of 3 hydrophilic addition silicone and polyether elastomeric impression materials. *Journal of Prosthetic Dentistry.* (2004) 92, 151-4.
6. **CHANDUR et al.** Accuracy of newly formulated fast-setting elastomeric impression materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* (2005) 93; 530-9.
7. **YOUNG et al.** Effect of non-ionic surfactants on surface properties of hydrophilic polyvinyl siloxane impression materials. Elsevier. (2003)9-17.
8. **LEPE et al.** Effect of mixing technique on surface characteristics of impression materials. *Journal of Prosthetic Dentistry* (1998)79; 495-502
9. **ABDULLAH et al.** The effect of custom tray material type and fabrication technique on tensile bond strength of impression material adhesive systems. *Journal of Oral Rehabilitation.* (2003) 30:312-317.
10. **HONDRUM et al.** Changes in properties of nonaqueous elastomeric impression materials after storage of components. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* (2001)85; 73-81.
11. **ABDULLAH.** Effect of frequency and amplitude of vibration on void formation in dies poured from polyvinyl siloxane impressions. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* (1998) 80; 490-494.
12. **CHO et al.** Distortion of disposable plastic stock trays when used with putty vinyl polysiloxane impression materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* (2004) 92; 354-8.
13. **MARTINEZ et al.** Rheological properties of vinyl polysiloxane impression pastes. *Dental Materials.* (2001) 17; 471-476.
14. **WALKER et al.** Moisture effect on polyether and polyvinylsiloxane dimensional accuracy and detail reproduction. *Journal of Prosthodontics.* (2005) 14; 158-163.
15. **PEREGRINA et al.** The effect of different adhesives on vinyl polysiloxane bond strength to two tray materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* (2005) 94: 209-13.
16. **MILLSTEIN et al.** Determining the accuracy of stock and custom tray impression/casts. *Journal of Oral Rehabilitation.* (1998) 25:645-648.
17. **BINDRA et al.** Adhesion of elastomeric impression materials to trays. *Journal of Oral Rehabilitation.* (1997) 24: 63-69.
18. **PETRIE et al.** Dimensional accuracy and surface detail reproduction of two hydrophilic vinyl polysiloxane impression materials tested under dry, moist, and wet conditions. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* (2003) 90:365-72

19. **KENYON et al.** Dimensional Accuracy of 7 Die Materials. *Journal of Prosthodontics*. (2005) 14: 25-31.
20. **TERAKOVA et al.** Dimensional changes and pressure of dental stones set in silicone rubber impressions. *Dental Materials*. (2000) 16; 145-149.
21. **CORSO et al.** The effect of temperature changes on the dimensional stability of polyvinyl siloxano and polyether impression materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. (1998) 79; 626-631
22. **ABDELAZIZ et al.** The wetting of surface-treated silicone impression materials by gypsum mixes containing disinfectants and modifiers. *Journal of Prosthodontics*. (2005) 14; 104-109
23. **DUKE et al.** Study of the physical properties of type IV gypsum, resin-containing, and epoxy die materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. (2000) 83; 466-473.
24. **www.medilegis.com.** Siliconas de adición
25. **DURAN, B.** Cubetas y adhesivos: su influencia en la exactitud de impresiones tomadas con elastómeros. 2002. www.scielo.org.ve.
26. **PHILLIPS, Kenneth.** *Ciencia de los materiales dentales*. Editorial Elsevier. Edición 11va. España 2004.
27. **WÖSTMANN, B.** *Materiales de impresión elastoméricos*. Quintessence Técnica (2001) 12; 148-156
28. **ARANEGA, G.** *Impresiones*. www.odontovia.com

11. ANEXOS

11.1. INFORME TÉCNICO

MEDICIONES DE DIÁMETROS DE BASE Y DISTANCIA ENTRE CENTROS DE CONOS DE PLACAS DENTALES

1. OBJETIVO

Determinar los cambios dimensionales entre una muestra experimental comparada con un modelo o patrón para determinar estadísticamente si son iguales las medidas.

2. EQUIPO UTILIZADO

Microscopio de herramientas Marca: Carl Zeiss Jena Origen: Alemania

Medida longitudinal (marca 19): Alcance: 0 - 100 mm, Apreciación: 0.001 mm

Medida transversal (marca 6): Alcance: 0 – 50 mm, Apreciación: 0.001 mm

Goniómetro (marca 2): Alcance: 0° – 360°, Apreciación: 3 min.

Ocular ISO 2 (marca 20): Apreciación: 1 min.

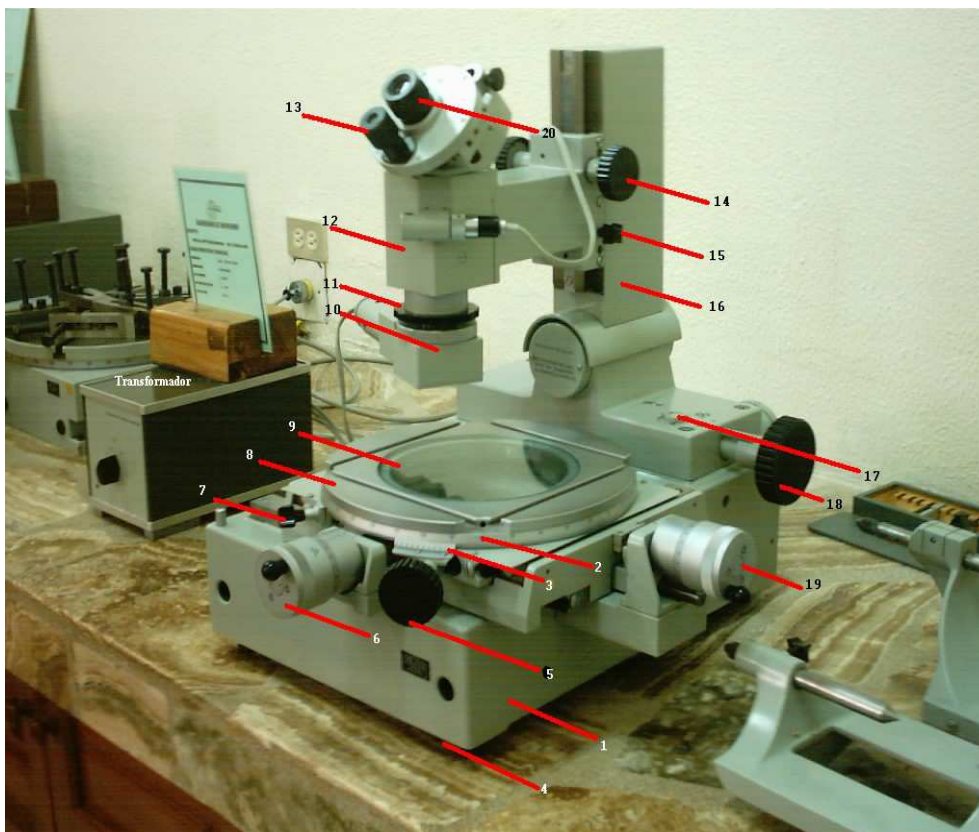


Gráfico 35. Microscopio de herramientas

3. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

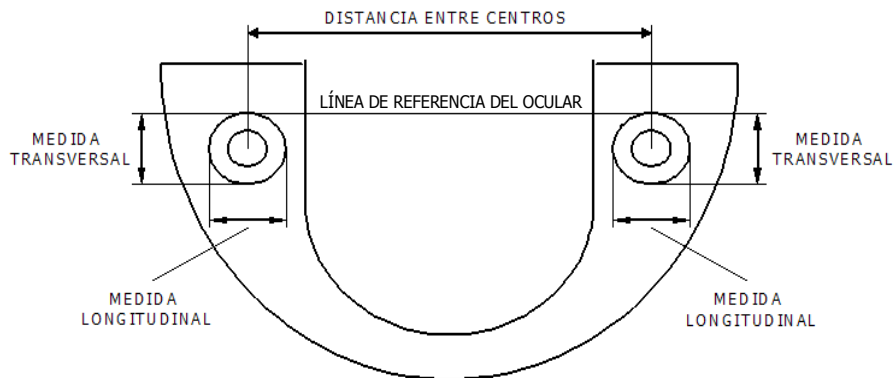


Gráfico 36. Esquema del patrón

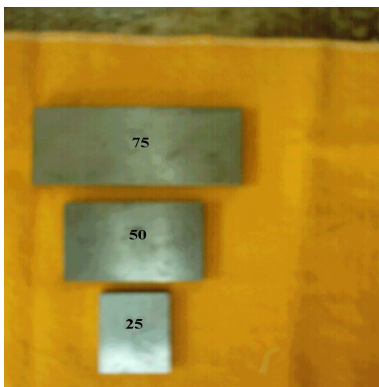


Gráfico 37.
Patrones de medida



Gráfico 38.
Ocular ISO 2

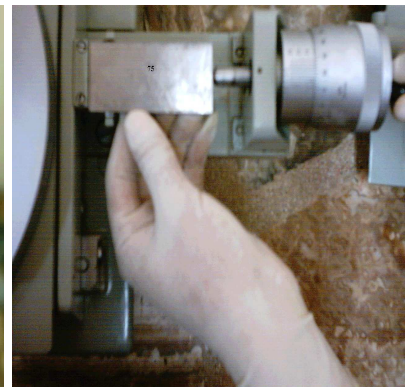


Gráfico 39.
Cabeza de micrómetro

- 3.1 Diseño del proceso de medición
- 3.2 Limpieza y verificación funcional del microscopio
- 3.3 Verificación metrológica con los patrones de caras paralelas y patrones de medida
- 3.4 Inspección visual del modelo de placa dental
- 3.5 Verificación del proceso de medición realizado
- 3.6 Medición de las cotas del patrón: diámetros de base de los conos y distancia entre centros
- 3.7 Alineación de la línea de referencia horizontal del ocular ISO 2 con las bases de los conos

- 3.8 Realización de siete mediciones longitudinales, transversales y distancia entre centros. Se tabulan los datos para obtener las medidas indirectamente. Anexo 1 “Procedimiento de medida del modelo de referencia (patrón)”



Gráfico 40. Medición del patrón

- 3.9 Los promedios de las medidas obtenidas con el patrón son las medidas de referencia para comparar con los promedios de las muestras
- 3.10 Con similar procedimiento aplicado al patrón se realiza cinco mediciones a cada una de las muestras de las placas dentales. Anexo 2 “Medidas de muestras de placas dentales”



Gráfico 41. Medición longitudinal

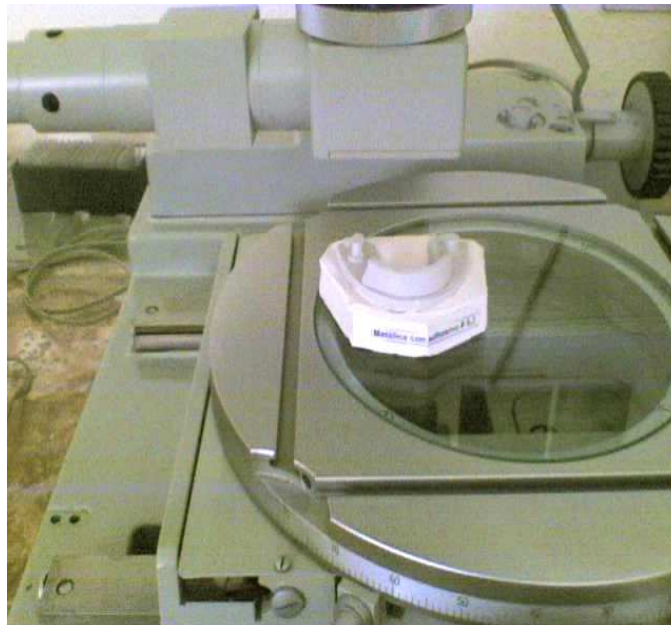


Gráfico 42. Medición transversal

4. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

Los resultados se encuentran en los anexos:

- 1. Procedimiento de medida del modelo de referencia (patrón)
- 2. Medidas de muestras de placas dentales”

5. PRUEBA DE HIPÓTESIS DE LOS RESULTADOS DE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS VS. LAS MEDIDAS DE LA PIEZA DE REFERENCIA

Se intenta determinar en cuánto difieren los resultados obtenidos de una muestra experimental en relación a un modelo o patrón. Se formula un modelo de decisión mediante el planteo de hipótesis

5.1 CRITERIOS PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

La idea es que se dispone de dos elementos: se debe comparar dimensionalmente entre una placa modelo con los resultados de cada una de 6 muestras de 5 elementos para determinar estadísticamente si son iguales las medidas.

Se utiliza la distribución t de student, ya que es un valor estadístico de prueba para muestras pequeñas.

$$t = \frac{\bar{x}_{pieza} - \mu_{patrón}}{\frac{s}{\sqrt{n-1}}}$$

La pregunta a resolver es ¿Existe alguna diferencia entre la placa modelo y la muestra en comparación?

5.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hipótesis nula: No hay cambios entre la longitud media de la pieza metálica tomada como referencia o modelo y la longitud media de la muestra. $\mu = \bar{x}$

Hipótesis alternativa: Ha ocurrido un cambio (la media de la pieza es diferente a la media de la placa modelo). $\mu \neq \bar{x}$

El nivel de significancia alfa (α) es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando no debería hacerse, se asume un nivel $\alpha = 0,01$

La Regla de decisión y por la hipótesis alternativa, se trata de una prueba de dos colas.

Hay 4 grados de libertad. Al nivel 0,01 el valor crítico es 4,604.

Se rechaza la hipótesis nula si el valor t calculado es:

$$t < -4,604 \quad \text{ó} \quad t > 4,604.$$

Si el valor de t calculado se encuentra entre los valores críticos, no significa que la hipótesis nula se acepta sino que simplemente no puede ser rechazada.

De acuerdo con los datos presentados en el anexo 3. Cálculo del estadístico de prueba t para los resultados de cada una de las muestras, las muestras **Rimlock sin adhesivo** y la **metálica con adhesivo** no presentan diferencias dimensionales estadísticamente significativas con el patrón o referencia.

6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS DOS MUESTRAS EN LAS QUE SUS MEDIDAS NO PRESENTAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS RELACIONADAS CON LAS DEL PATRÓN

Se aplica la distribución t student

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad t \text{ crítico} = 3,355 \quad \alpha = 0,01$$

Hipótesis nula: No hay cambios entre la longitud media de la pieza Rimlock sin adhesivo y la metálica con adhesivo. $\bar{x}_1 = \bar{x}_2$

Hipótesis alternativa: Hay cambios (la media de la pieza Rimlock sin adhesivo es diferente a la media de la pieza metálica con adhesivo). $\bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$

De acuerdo con los datos presentados en el anexo 4. “comparación de dos muestras” No presentan diferencias dimensionales estadísticamente significativas entre ellas.

ESPE, Sangolquí, 2007-05-02

ING. EMILIO TUMIPAMBA
TAYUPANTA
RESPONSABLE LABORATORIO
LABORATORISTA

LCDO. EDWIN
TÉCNICO

Tabla 2. Medidas del patrón

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO							DIAMETRO INFERIOR DERECHO					
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL mm			MEDICION TRANSVERSAL mm			MEDICION LONGITUDINAL mm			MEDICION TRANSVERSAL mm		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	7,509	2,136	5,373	18,137	12,761	5,376	53,131	47,691	5,44	18,335	12,886	5,449
2	7,502	2,130	5,372	18,132	12,753	5,379	53,138	47,685	5,453	18,337	12,873	5,464
3	7,501	2,134	5,367	18,143	12,761	5,382	53,141	47,691	5,45	18,336	12,87	5,466
4	7,511	2,135	5,376	18,136	12,769	5,367	53,139	47,689	5,45	18,329	12,874	5,455
5	7,509	2,137	5,372	18,142	12,761	5,381	53,140	47,692	5,448	18,342	12,878	5,464
6	7,512	2,133	5,379	18,13	12,772	5,358	53,138	47,69	5,448	18,333	12,887	5,446
7	7,51	2,136	5,374	18,146	12,769	5,377	53,139	47,687	5,452	18,331	12,879	5,452
		Σ	37,613		Σ	37,620		Σ	38,141		Σ	38,196
	X Media		5,373		X Media	5,374		X Media	5,4487143		X Media	5,457
		Σ		10,748				Σ		10,905		
			MEDIDA DIAMETRO	5,374					MEDIDA DIAMETRO	5,453		

DISTANCIA ENTRE CENTROS mm				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio Longitudinal	Radio Transversal
1	53,131	2,136		
2	53,138	2,13		
3	53,141	2,134		
4	53,139	2,135		
5	53,14	2,137		
6	53,138	2,133		
7	53,139	2,136		
Σ	371,97	14,941		
X Media	53,138	2,134429	2,687	2,726
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,590

Tabla 3. Medidas de muestras plásticas sin adhesivo

MUESTRA PLASTICA SIN ADHESIVO Nº 1.1

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO							DIAMETRO INFERIOR DERECHO						
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA DIAMETRO	
1	6,503	1,209	5,294	24,331	19,040	5,291	52,198	46,8	5,401	24,581	19,156	5,425	
			Σ	10,585						Σ	10,826		
			MEDIDA FINAL	5,293						MEDIDA FINAL	5,413		

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	52,198	1,209	2,646	2,707
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,636

MUESTRA PLASTICA SIN ADHESIVO Nº 1.2

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO							DIAMETRO INFERIOR DERECHO						
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA DIAMETRO	
1	6,419	1,051	5,368	23,163	17,811	5,352	52,048	46,63	5,415	21,845	16,424	5,421	
			Σ	10,720						Σ	10,836		
			MEDIDA FINAL	5,360						MEDIDA FINAL	5,418		

MUESTRA PLASTICA SIN ADHESIVO N° 1.3

NUMERO DE MEDIDAS	DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO						DIAMETRO INFERIOR DERECHO		
	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	5,681	0,356	5,325	20,631	15,307	5,324	51,461	46,03	5,429
			∑	10,649					∑

MUESTRA PLASTICA SIN ADHESIVO N° 1.5

NUMERO	DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO			DIAMETRO INFERIOR DERECHO		
	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO

MEDIDA FINAL	5,325
--------------	-------

MEDIDA FINAL	
--------------	--

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	52,198	1,209	2,662	2,714
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,729

MUESTRA PLASTICA SIN ADHESIVO N° 1.4

NUMERO DE MEDIDAS	DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO						DIAMETRO INFERIOR DERECHO		
	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	5,583	0,219	5,364	22,569	17,219	5,35	51,321	45,89	5,434
			∑	10,714					∑
			MEDIDA FINAL	5,357					MEDIDA FINAL

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	52,198	1,209	2,679	2,707
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,717

DE MEDIDAS	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	6,168	0,818	5,35	21,222	15,868	5,354	51,876	46,45	5,425
			Σ	10,704					Σ
			MEDIDA FINAL	5,352					MEDIDA FINAL

MUESTRA METÁLICA SIN ADHESIVO Nº 2.1									
DISTANCIA ENTRE CENTROS									
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T					
PROMEDIO	52,198	1,209	2,676	2,710					
DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO					DIAMETRO INFERIOR DERECHO				
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	8,325	2,921	5,404	23,39	18,048	5,342	53,963	48,539	5,424
			Σ	10,746					Σ
			MEDIDA FINAL	5,373					MEDIDA FINAL

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	54,024	2,921	2,687	2,720
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,636

Tabla 4. Medidas de muestras metálicas sin adhesivo

MUESTRA METALICA SIN ADHESIVO Nº 2.2

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO							DIAMETRO INFERIOR DERECHO					
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA DIAMETRO
1	6,392	0,992	5,400	22,089	16,727	5,362	52,094	46,641	5,453	22,388	16,941	5,447
			∑	10,762					∑	10,900		
			MEDIDA FINAL	5,381					MEDIDA FINAL	5,450		

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	52,094	0,992	2,691	2,725
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,687

MUESTRA METALICA SIN ADHESIVO Nº 2.3

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO							DIAMETRO INFERIOR DERECHO					
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA DIAMETRO
1	5,663	0,271	5,392	21,645	16,289	5,356	51,33	45,929	5,401	21,8	16,381	5,419
			∑	10,748					∑	10,820		
			MEDIDA FINAL	5,374					MEDIDA FINAL	5,410		

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	51,33	0,271	2,687	2,705
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,667

MUESTRA METALICA SIN ADHESIVO N° 2.4

NUMERO DE MEDIDAS	DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO						DIAMETRO INFERIOR DERECHO		
	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	5,58	0,188	5,392	23,881	18,531	5,35	51,263	45,876	5,387
			Σ	10,742					Σ
			MEDIDA FINAL	5,371					MEDIDA FINAL

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	51,236	0,188	2,686	2,700
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,689

MUESTRA METALICA SIN ADHESIVO N° 2.5

NUMERO DE MEDIDAS	DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO						DIAMETRO INFERIOR DERECHO		
	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	6,089	0,730	5,359	20,837	15,478	5,359	51,796	46,347	5,449
			Σ	10,718					Σ
			MEDIDA FINAL	5,359					MEDIDA FINAL

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	51,796	0,730	2,680	2,725
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,662

Tabla 5. Medidas muestras rimlock sin adhesivo

MUESTRA RIMLOCK SIN ADHESIVO N° 3.1

NUMERO DE MEDIDAS	DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO						DIAMETRO INFERIOR DERECHO			
	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA DIAMETRO
1	6,545	1,182	5,363	22,131	16,771	5,360	52,194	46,8	5,394	22,131
			Σ	10,723					Σ	
			MEDIDA FINAL	5,362					MEDIDA FINAL	

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	52,19	1,182	2,681	2,700

DISTANCIA ENTRE CENTROS	45,632
-------------------------	--------

MUESTRA RIMLOCK SIN ADHESIVO Nº 3.2

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO							DIAMETRO INFERIOR DERECHO			
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	
1	7,525	2,161	5,364	19,481	14,112	5,369	53,242	47,85	5,397	21,000
			Σ	10,733					Σ	
			MEDIDA FINAL	5,367					MEDIDA FINAL	

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	53,24	2,161	2,683	2,696
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,702

MUESTRA RIMLOCK SIN ADHESIVO Nº 3.3

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO							DIAMETRO INFERIOR DERECHO			
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	
1	7,177	1,819	5,358	20,054	14,686	5,368	52,978	47,55	5,397	21,000
			Σ	10,726					Σ	
			MEDIDA FINAL	5,363					MEDIDA FINAL	

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	52,978	1,819	2,682	2,706
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,771

MUESTRA RIMLOCK SIN ADHESIVO Nº 3.4

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO			DIAMETRO INFERIOR DERECHO	
NUMERO	MEDICION LONGITUDINAL	MEDICION TRANSVERSAL	MEDICION LONGITUDINAL	MEDICION TRANSVERSAL

DE MEDIDAS	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	6,964	1,605	5,359	20,621	15,278	5,343	52,274	47	5,273	20,889	15,578	5,311
			Σ	10,702					Σ	10,584		
			MEDIDA FINAL	5,351					MEDIDA FINAL	5,292		

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	52,198	1,209	2,676	2,646
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,348

MUESTRA RIMLOCK SIN ADHESIVO Nº 3.5

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO							DIAMETRO INFERIOR DERECHO					
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	5,679	0,321	5,358	20,786	15,439	5,347	51,276	45,87	5,407	20,951	15,519	5,432
			Σ	10,705					Σ	10,839		
			MEDIDA FINAL	5,353					MEDIDA FINAL	5,420		

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	51,276	0,321	2,676	2,710
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,569

MUESTRA PLASTICA CON ADHESIVO Nº 4.2

MUESTRA PLASTICA CON ADHESIVO Nº 4.1

Tabla 6.
Medidas de
muestras
plásticas con
adhesivo

NUMERO	DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO			DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO			DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO		
	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL		
MEDIDAS	MEDIDA	MEDIDA	DIAMETRO	MEDIDA	MEDIDA	DIAMETRO	MEDIDA	MEDIDA	DIAMETRO
1	5,839	0,489	5,35	25,481	20,129	5,352	51,428	46,025	5,403
1	5,541	0,192	5,349	21,618	16,26	5,357	51,130	45,709	5,421
			Σ		10,702				Σ
			Σ		10,706				Σ
			MEDIDA FINAL		5,353				MEDIDA FINAL

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	51,130	0,192	2,677	2,709
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,553

MUESTRA PLASTICA CON ADHESIVO Nº 4.3										
DISTANCIA ENTRE CENTROS										
DIAMETRO INFERIOR			MEDIDAS		MEDIDA MAXIMA		MEDIDA MINIMA		Radio	
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL		DIAMETRO INFERIOR	
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	PROMEDIO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 1	MEDIDA 2
1	6,275	0,923	5,352	21,999	16,65	5,352	51,901	46,486	2,676	2,708
			Σ		10,704					
			MEDIDA FINAL		5,352					45,556

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	51,9	0,923	2,676	2,713
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,589

MUESTRA PLASTICA CON ADHESIVO Nº 4.4

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO							DIAMETRO INFERIOR DERECHO					
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	5,875	0,529	5,346	20,598	15,25	5,353	51,529	46,11	5,419	20,94	15,515	5,426
			Σ	10,699					Σ	10,845		
			MEDIDA FINAL	5,350					MEDIDA FINAL	5,423		

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	51,53	0,529	2,675	2,711
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,614

MUESTRA PLASTICA CON ADHESIVO Nº 4.5

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO							DIAMETRO INFERIOR DERECHO					
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	5,957	0,605	5,352	24,413	19,06	5,354	51,588	46,149	5,439	24,44	19,024	5,417
			Σ	10,706					Σ	10,856		
			MEDIDA FINAL	5,353					MEDIDA FINAL	5,428		

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	51,59	0,605	2,677	2,714
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,593

7. Medidas de muestras metálicas con adhesivo

MUESTRA METALICA CON ADHESIVO Nº 5.1

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO						DIAMETRO INFERIOR DERECHO						
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	6,888	1,539	5,349	22,521	17,161	5,360	52,586	47,169	5,417	22,525	17,108	5,417
			Σ	10,709					Σ	10,834		
			MEDIDA FINAL	5,355					MEDIDA FINAL	5,417		

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	52,586	1,539	2,677	2,709
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,661

MUESTRA METALICA CON ADHESIVO Nº 5.2

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO							DIAMETRO INFERIOR DERECHO					
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	6,492	1,095	5,397	22,03	16,663	5,367	52,189	46,729	5,460	22,091	16,678	5,413
			Σ	10,764					Σ	10,873		
			MEDIDA FINAL	5,382					MEDIDA FINAL	5,437		

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	52,189	1,095	2,691	2,718
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,685

MUESTRA METALICA CON ADHESIVO Nº 5.3

NUMERO DE MEDIDAS	DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO						DIAMETRO INFERIOR DERECHO		
	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	6,869	1,505	5,364	21,042	15,673	5,369	52,573	47,131	5,442
			Σ		10,733				Σ

MUESTRA METALICA CON ADHESIVO Nº 5.5

MEDIDA FINAL	5,367	MEDIDA FINAL
--------------	-------	--------------

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	52,573	1,505	2,683	2,719
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,666

MUESTRA METALICA CON ADHESIVO Nº 5.4

NUMERO DE MEDIDAS	DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO						DIAMETRO INFERIOR DERECHO		
	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	5,914	0,613	5,301	22,805	17,511	5,294	51,593	46,201	5,392
			Σ		10,595				Σ
			MEDIDA FINAL		5,298				MEDIDA FINAL

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	51,593	0,613	2,649	2,696
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,635

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO						DIAMETRO INFERIOR DERECHO						
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	5,869	0,563	5,306	20,946	15,661	5,285	51,502	46,089	5,413	20,785	15,365	5,42
			Σ	10,591					Σ	10,833		
			MEDIDA FINAL	5,296					MEDIDA FINAL	5,417		

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	51,502	0,563	2,648	2,708
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,583

Tabla 8. Medidas de muestras rimlock con adhesivo

MUESTRA RIMLOCK CON ADHESIVO Nº 6.1

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO						DIAMETRO INFERIOR DERECHO				
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA DIAMETRO
1	6,513	1,178	5,335	21,196	15,849	5,347	52,136	46,689	5,447	21,196
			Σ	10,682					Σ	
			MEDIDA FINAL	5,341					MEDIDA FINAL	

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	52,136	1,178	2,671	2,703

DISTANCIA ENTRE CENTROS	45,585
-------------------------	--------

MUESTRA RIMLOCK CON ADHESIVO Nº 6.2

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO							DIAMETRO INFERIOR DERECHO			
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDIDA DIAMETRO
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	
1	6,052	0,713	5,339	20,399	15,04	5,359	51,809	46,345	5,464	21,559
			Σ	10,698					Σ	
			MEDIDA FINAL	5,349					MEDIDA FINAL	

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	51,809	0,713	2,675	2,720
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,701

MUESTRA RIMLOCK CON ADHESIVO Nº 6.3

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO							DIAMETRO INFERIOR DERECHO			
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDIDA DIAMETRO
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	
1	6,053	0,689	5,364	21,559	16,195	5,364	51,756	46,349	5,400	21,559
			Σ	10,728					Σ	
			MEDIDA FINAL	5,364					MEDIDA FINAL	

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	52,756	0,689	2,682	2,696
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,689

MUESTRA RIMLOCK CON ADHESIVO Nº 6.4

DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO							DIAMETRO INFERIOR DERECHO			
NUMERO DE MEDIDAS	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL			MEDIDA DIAMETRO
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	
1	6,719	1,344	5,375	23,859	18,499	5,36	52,391	46,956	5,430	21,559
			Σ	10,735					Σ	
			MEDIDA FINAL	5,368					MEDIDA FINAL	

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	52,391	1,344	2,684	2,698
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,665

MUESTRA RIMLOCK CON ADHESIVO N° 6.5

NUMERO DE MEDIDAS	DIAMETRO INFERIOR IZQUIERDO						DIAMETRO INFERIOR DERECHA		
	MEDICION LONGITUDINAL			MEDICION TRANSVERSAL			MEDICION LONGITUDINAL		
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA DIAMETRO
1	7,992	2,678	5,314	20,784	15,471	5,313	53,649	48,261	5,388
			Σ		10,627				Σ
			MEDIDA FINAL		5,314				MEDIDA FINAL

DISTANCIA ENTRE CENTROS				
MEDIDAS	MEDIDA MAXIMA	MEDIDA MINIMA	Radio L	Radio T
PROMEDIO	53,649	2,678	2,657	2,697
DISTANCIA ENTRE CENTROS				45,618

Tabla 9. Hoja de Cálculos

TABLA DE DATOS GENERAL DE LAS MUESTRAS

ORD	N°	PLASTICA SIN ADHESIVO			N°	METALICA SIN ADHESIVO		
		IZQUIERDA	DERECHA	CENTRO		IZQUIERDA	DERECHA	CENTRO
		PATRON REFERENCIA						
		IZQUIERDA	DERECHA	CENTRO		IZQUIERDA	DERECHA	CENTRO
		5,374	5,453	45,59				
1	1.1	5,293	5,413	45,636	2.1.	5,373	5,424	45,636
2	1.2	5,36	5,418	45,608	2.2	5,381	5,45	45,687
3	1.3	5,327	5,429	45,728	2.3	5,374	5,41	45,667
4	1.4	5,37	5,413	45,718	2.4	5,371	5,401	45,668
5	1.5	5,352	5,419	45,673	2.5	5,359	5,45	45,662
	Σ	26,702	27,092	228,363	Σ	26,858	27,135	228,32
	X Media	5,3404	5,4184	45,6726	X Media	5,3716	5,427	45,664

Diferencia	-0,0336	-0,0346	0,0826	Diferencia	-0,0024	-0,026	0,074
-------------------	---------	---------	--------	-------------------	---------	--------	-------

ORD	Nº	PLASTICA CON ADHESIVO			Nº	METALICA CON ADHESIVO		
		IZQUIERDA	DERECHA	CENTRO		IZQUIERDA	DERECHA	CENTRO
1	4.1	5,353	5,418	45,553	5.1	5,354	5,417	45,661
2	4.2	5,351	5,416	45,556	5.2	5,382	5,436	45,685
3	4.3	5,352	5,427	45,595	5.3	5,366	5,438	45,666
4	4.4	5,344	5,422	45,615	5.4	5,297	5,392	45,636
5	4.5	5,353	5,428	45,593	5.5	5,295	5,416	45,584
	Σ	26,753	27,111	227,912	Σ	26,694	27,099	228,232
	X Media	5,351	5,422	45,582	X Media	5,339	5,420	45,646
	Diferencia	-0,023	-0,031	-0,008	Diferencia	-0,035	-0,033	0,056

Tabla 10. Cálculo estadístico t para los resultados de cada una de las muestras

MUESTRA PLÁSTICA SIN ADHESIVO		
Base izq.	Distancia centros	Base derecha
5,293	45,636	5,413
5,36	45,608	5,418
5,325	45,729	5,429
5,357	45,717	5,413
5,352	45,672	5,42

MUESTRA METÁLICA SIN ADHESIVO		
Base izq.	Distancia centros	Base derecha
5,373	45,636	5,439
5,381	45,687	5,45
5,374	45,667	5,41
5,371	45,689	5,401
5,359	45,662	5,45

MEDIA	5,337	45,672	5,419
DESV EST	0,0284	0,0516	0,0066

MEDIA	5,372	45,668	5,430
DESV EST	0,0080	0,0216	0,0230

MEDIA			
DESV EST			

MUESTRA PLÁSTICA CON ADHESIVO			
	Base izq.	Distancia centros	Base derecha
	5,353	45,553	5,418
	5,351	45,556	5,416
	5,352	45,589	5,427
	5,35	45,614	5,423
	5,353	45,593	5,428
MEDIA	5,352	45,581	5,422
DESV EST	0,0013	0,0260	0,0053
MEDIA PIEZA - MEDIA PATRÓN	-0,022	-0,009	-0,031
$\sqrt{4}$	2	2	2

MUESTRA METÁLICA CON ADHESIVO			
	Base izq.	Distancia centros	Base derecha
	5,355	45,661	5,417
	5,382	45,685	5,437
	5,367	45,666	5,439
	5,298	45,635	5,392
	5,296	45,583	5,417
MEDIA	5,340	45,646	5,420
DESV EST	0,0401	0,0395	0,0190
MEDIA PIEZA - MEDIA PATRÓN	-0,034	0,056	-0,033
$\sqrt{4}$	2	2	2

MUESTRA METÁLICA CON ADHESIVO			
	Base izq.	Distancia centros	Base derecha
MEDIA			
DESV EST			
MEDIA PIEZA - MEDIA PATRÓN			
$\sqrt{4}$			

MEDIA PIEZA - MEDIA PATRÓN	-0,037	0,082	-0,034
$\sqrt{4}$	2	2	2
DESVEST / $\sqrt{4}$	0,014	0,026	0,003
t student	-2,575	3,192	-10,455
ALFA 0,01	4,604		
hipót. nula	Acepta	Acepta	Rechaza

MEDIA PIEZA - MEDIA PATRÓN	-0,002	0,078	-0,023
$\sqrt{4}$	2	2	2
DESVEST / $\sqrt{4}$	0,004	0,011	0,012
t student	-0,601	7,247	-1,997
ALFA 0,01	4,604		
hipót. nula	Acepta	Rechaza	Acepta

MEDIA PIEZA - MEDIA PATRÓN			
$\sqrt{4}$			
DESVEST / $\sqrt{4}$			
t student			
ALFA 0,01			
hipót. nula			

PATRÓN	5,374	45,59	5,453
---------------	--------------	--------------	--------------

PATRÓN	5,374	45,59	5,453
---------------	--------------	--------------	--------------

PATRÓN			
---------------	--	--	--

DESVEST / $\sqrt{4}$	0,001	0,013	0,003
t student	-34,053	-0,692	-11,504
ALFA 0,01	4,604		
hipót. nula	Rechaza	Acepta	Rechaza

DESVEST / $\sqrt{4}$	0,020	0,020	0,010
t student	-1,718	2,837	-3,423
ALFA 0,01	4,604		
hipót. nula	Acepta	Acepta	Acepta

DESVEST / $\sqrt{4}$			
t student			
ALFA 0,01			
hipót. nula			

Tabla 11. Comparación de dos muestras

MUESTRA RIMLOCK SIN ADHESIVO			
	Base izq.	Distancia centros	Base derecha
	5,362	45,632	5,399
	5,367	45,702	5,392
	5,363	45,771	5,413
	5,351	45,348	5,292
	5,353	45,569	5,42
MEDIA	5,359	45,604	5,383
DESV EST	0,0069	0,1620	0,0522
MEDIA PIEZA - MEDIA PATRÓN	-0,015	0,014	-0,070
$\sqrt{4}$	2	2	2
DESVEST / $\sqrt{4}$	0,003	0,081	0,026
t student	-4,308	0,178	-2,676
ALFA 0,01	4,604		
hipót. nula	Acepta	Acepta	Acepta
PATRÓN	5,374	45,59	5,453

Anexo 4.
COMPARACIÓN DE LAS DOS MUESTRAS QUE
PRESENTAN DIFERENCIAS DIMENSIONALES
SIGNIFICATIVAS CON EL PATRÓN

COMPARACIÓN DE MUESTRAS			
variancia	5E-05	3E-02	3E-02
	2E-04	1E-01	1E-01
var poblacio	0,001	0,014	0,014
med1-med2	0,020	-0,042	-0,042
suma recipr	0,500	0,500	0,500
var pob*sum recipr	0,000	0,007	0,007
$\sqrt{\text{var pob*sum recipr}}$	0,020	0,083	0,083
t calculado	0,965	-0,499	-1,464
t crítico	$\pm 3,355$		

MUESTRA METÁLICA CON ADHESIVO

	Base izq.	Distancia centros	Base derecha
	5,355	45,661	5,417
	5,382	45,685	5,437
	5,367	45,666	5,439
	5,298	45,635	5,392
	5,296	45,583	5,417
MEDIA	5,340	45,646	5,420
DESV EST	0,0401	0,0395	0,0190
MEDIA PIEZA - MEDIA PATRÓN	-0,034	0,056	-0,033
$\sqrt{4}$	2	2	2
DESV EST / $\sqrt{4}$	0,020	0,020	0,010
t student	-1,718	2,837	-3,423
ALFA 0,01	4,604		
hipót. nula	Acepta	Acepta	Acepta

variancia	0,0016	0,0016	0,
	0,006	0,006	0

