

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**  
**COLEGIO DE POSGRADOS**

**ESTUDIO IN VITRO DE LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL Y  
FIDELIDAD DE COPIADO DE CUATRO SILICONAS DE ADICIÓN  
EN COMBINACIÓN CON DOS DIFERENTES MARCAS  
COMERCIALES DE YESO TIPO IV**

**Eduardo Hernán Proaño Oleas**

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

**Quito, 2011-05-10**

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Posgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Estudio in vitro de la estabilidad dimensional y fidelidad de copiado de cuatro siliconas de adición en combinación con dos diferentes marcas comerciales de yeso tipo IV de fácil obtención en el mercado ecuatoriano**

**Eduardo Hernán Proaño Oleas**

Dr. Iván García

Director de Tesis

.....

Dra. Nancy Mena

Directora del Posgrado de Rehabilitación

Oral y Miembro del Comité de Tesis

.....

Dra. Yolanda Monteros

Miembro del Comité de Tesis

.....

Dr. Pablo Proaño

Miembro de Comité de Tesis

.....

Dra. Ana Armas

Tutora Metodológica

.....

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 Posgrados .....

Quito, Noviembre de 2011

© **Derechos de autor**

**Eduardo Hernán Proaño Oleas**

**2011**

## **RESUMEN.-**

No existen estudios locales acerca de la compatibilidad existente entre las siliconas de adición y los yesos tipo IV disponibles en nuestro país, para así certificarnos la correcta combinación entre dichos materiales.

El objetivo de este trabajo de investigación fue comparar estadísticamente la fidelidad de copiado y la estabilidad dimensional de los grupos de materiales evaluados, para lo cual se elaboro un modelo maestro aprobado por la ADA para pruebas de compatibilidad y calidad de reproducción de materiales, además de anillos de acero inoxidable para las tomas de impresiones y la confección de los cuerpos de prueba. Se utilizaron 4 diferentes marcas comerciales de siliconas de adición, las cuales fueron Exaflex GC, Express XT, Elite HD+, SwissTEC HydroXtreme; y dos yesos tipo IV, Silky Rock, y Resin Rock. Se realizó las posibles combinaciones entre los materiales bajo estándares de temperatura, tiempo y metodología de vaciado obteniendo un total de 8 grupos de 10 muestras cada uno, para ser medidos en micras bajo microscopio de herramientas, realizando la medida entre 2 puntos específicamente ubicados en cada cuerpo y comparando los datos con los del modelo maestro de acero inoxidable.

Con las limitaciones de esta investigación, de los 8 grupos estudiados tan solo uno supero el 99% de eficacia de copiado planteado en la hipótesis, siendo la combinación HydroXtreme & Silky Rock la de mayor compatibilidad, concluyendo que no todas las siliconas de adición y yesos tipo IV utilizados en este estudio son compatibles entre sí.

Palabras Clave: Siliconas de adición, Yesos tipo IV.

**ABSTRACT.-**

There are not local studies about the compatibility between addition dental silicones and type IV gypsums available in our country, by that way certify us about the right combination of those materials.

The objective of this investigation job was statistically comparing the fidelity of coping and the dimensional stability of the evaluated groups of materials, for that a stainless steel master die for tests of compatibility and coping quality of impression materials approved by ADA was made ; also stainless steel rings were made for doing impressions and making the testing dies. Four different brands of addition silicone were used, which ones were Exaflex GC, Express XT, Elite HD+, and SwissTEC HydroXtreme. Also this different type IV gypsum was used, Silky Rock and Resin Rock. All the possible combinations were made among the materials under temperature, time and handle methods standards, obtaining a total of 8 groups of 10 test dies each one for being evaluated and measured between two specific points located in each test die to compare the obtained data with the stainless steel master die.

With the limitations of this study, only 1 of the 8 evaluated groups overcame the 99% of coping accuracy of the hypothesis, being the HidroXtreme & Silky Rock combination that shows the best compatibility, with the conclusion that not all the addition silicones and the type IV gypsums used in this study are compatibles among them.

Key words: Addition Silicones, Type IV gypsums

## TABLA DE CONTENIDOS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>   | <b>16</b> |
| 2.1. Materiales de Impresión .....  | 16        |
| 2.1.1. Características generales de los materiales de impresión.....                | 16        |
| 2.1.2. Siliconas de Adición.....  | 17        |
| 2.1.2.1. Historia y composición de las siliconas.....                               | 18        |
| 2.1.2.2. Ventajas y desventajas.....  | 19        |
| 2.1.2.3. Propiedades reológicas y visco elásticas de las siliconas de adición ..... | 22        |
| 2.1.2.4. Hidrofilia de las siliconas de adición.....                                | 23        |
| 2.1.2.5. Aplicaciones de las siliconas de adición.....                              | 25        |
| 2.2. Yesos.....   | 29        |
| 2.2.1. Elaboración de yesos odontológicos.....                                      | 30        |
| 2.2.2. Yeso piedra tipo IV o de alta resistencia .....                              | 31        |
| 2.2.3. Proceso y reacción de fraguado del yeso .....                                | 32        |
| 2.2.4. Mezclado y expansión higroscópica del yeso.....                              | 33        |
| 2.2.5. Desinfección de los modelos de yeso .....                                    | 35        |
| 2.2.6. Compatibilidad del yeso con los materiales de impresión.....                 | 36        |
| <b>3. OBJETIVOS.....</b>  | <b>38</b> |
| 3.1. Objetivo general.....  | 38        |
| 3.2. Objetivos específicos .....  | 38        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>4. HIPÓTESIS .....</b>  | <b>38</b> |
| <b>5. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                              | <b>39</b> |
| 5.1. Diseño del Estudio .....                                    | 39        |
| 5.2. Muestra .....   | 39        |
| 5.2.1. Criterios de inclusión.....                               | 39        |
| 5.2.2. Criterios de exclusión .....                              | 40        |
| 5.3. Grupos de estudio .....                                     | 40        |
| 5.3.1. Variables de Estudio .....                                | 42        |
| 5.4. Metodología.....  | 50        |
| 5.4.1. Construcción de los cuerpos de prueba .....               | 50        |
| 5.4.2. Toma de impresión .....                                   | 51        |
| 5.4.3. Vaciado de los cuerpos de prueba .....                    | 55        |
| 5.4.4. Medición .....  | 58        |
| 5.4.5. Recolección de datos .....                                | 62        |
| <b>6. RESULTADOS.....</b>  | <b>63</b> |
| 6.1. Resultados del patrón de acero inoxidable .....             | 65        |
| 6.2. Resultados del grupo 1 Examix GC & Silky Rock.....          | 66        |
| 6.3. Resultados del grupo 2 Express XT 3M & Silky Rock .....     | 67        |
| 6.4. Resultados del grupo 3 Elite HD+ Zhermack & Silky Rock..... | 68        |
| 6.5. Resultados del grupo 4 HydroXtreme & Silky Rock.....        | 69        |
| 6.6. Resultados del grupo 5 Examix GC & Resin Rock.....          | 70        |



|   |           |
|---|-----------|
| 6.7. Resultados del grupo 6 Express XT 3M & Resin Rock .....      | 71        |
| 6.8. Resultados del grupo 7 Elite HD+ Zhermack & Resin Rock ..... | 72        |
| 6.9. Resultados del grupo 8 HydroXtreme & Resin Rock.....         | 73        |
| 6.10.Resultados de Conjunto de muestras de yeso Silky Rock .....  | 74        |
| 6.11.Resultados de Conjunto de muestras de yeso Resin Rock .....  | 75        |
| <b>7. DISCUSIÓN.....</b>  | <b>76</b> |
| <b>8. CONCLUSIONES.....</b>                                       | <b>80</b> |
| <b>9. RECOMENDACIONES.....</b>                                    | <b>81</b> |
| <b>10. BIBLIOGRAFÍA.....</b>                                      | <b>82</b> |
| <b>11. ANEXOS .....</b>   | <b>90</b> |
| 11.1.Informe Técnico de la Escuela Politécnica del Ejercito ..... | 90        |

## LISTA DE FIGURAS

### GRAFICOS

|  |    |
|--|----|
| GRÁFICO 1. TOTALIDAD DE GRUPOS DE MUESTRAS .....                         | 41 |
| GRÁFICO 2. MARCAS DE YESOS.....  | 42 |
| GRÁFICO 3. MARCAS DE SILICONAS .....                                     | 42 |
| GRÁFICO 4. PATRÓN Y ANILLOS DE ACERO .....                               | 43 |
| GRÁFICO 5. TEMPERATURA DE PATRÓN DE ACERO .....                          | 43 |
| GRÁFICO 6. TIEMPO DE POLIMERIZACIÓN DE SILICONA .....                    | 44 |
| GRÁFICO 7. SILICONA DISPENSADA.....                                      | 44 |
| GRÁFICO 8. MEZCLADO DE SILICONA.....                                     | 45 |
| GRÁFICO 9. PRESIÓN ESTÁNDAR DE LOSETA .....                              | 45 |
| GRÁFICO 10. PORTA MUESTRAS DE MADERA.....                                | 46 |
| GRÁFICO 11. COLOCACIÓN DE AGENTE PEGANTE .....                           | 46 |
| GRÁFICO 12. VIBRACIÓN DEL PORTA MUESTRAS .....                           | 47 |
| GRÁFICO 13. TAZA DE CAUCHO Y ESPÁTULA DE YESO.....                       | 47 |
| GRÁFICO 14. MUESTRAS FRAGUADAS COMPLETAMENTE.....                        | 48 |
| GRÁFICO 15. SELECCIÓN DEL LADO DE MEDICIÓN EN PATRÓN DE ACERO .....      | 48 |
| GRÁFICO 16. SELECCIÓN DE LADO DE MEDICIÓN EN IMPRESIÓN DE SILICONA ..... | 49 |
| GRÁFICO 17. DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN .....                    | 49 |
| GRÁFICO 18. PATRÓN DE ACERO INOXIDABLE .....                             | 50 |
| GRÁFICO 19. PATRÓN Y ANILLOS DE ACERO .....                              | 50 |
| GRÁFICO 20. PORTA CILINDROS.....   | 51 |
| GRÁFICO 21. ANILLO SOBRE PATRÓN DE ACERO.....                            | 51 |

|   |    |
|---|----|
| GRÁFICO 22. PISTOLA DISPENSADORA UNIVERSAL .....                            | 52 |
| GRÁFICO 23. SILICONA DISPENSADA .....                                       | 52 |
| GRÁFICO 24. MEZCLA DE SILICONA .....  | 53 |
| GRÁFICO 25. COLOCACIÓN DE SILICONA EN ANILLO DE ACERO .....                 | 53 |
| GRÁFICO 26. PRESIÓN ESTÁNDAR CON LOSETA DE VIDRIO .....                     | 53 |
| GRÁFICO 27. REGULARIZACIÓN DE TEMPERATURA DE PATRÓN .....                   | 54 |
| GRÁFICO 28. TERMÓMETRO INDICADOR DE TEMPERATURA DE AGUA Y PATRÓN DE ACERO . | 54 |
| GRÁFICO 29. REMOCIÓN DE LA IMPRESIÓN POLIMERIZADA .....                     | 54 |
| GRÁFICO 30. IMPRESIÓN LISTA PARA VACIARSE .....                             | 55 |
| GRÁFICO 31. IMPRESIONES FIJADAS EN PORTA CILINDROS .....                    | 55 |
| GRÁFICO 32. TAZA Y ESPÁTULA DE YESO .....                                   | 56 |
| GRÁFICO 33. VIBRADOR WHIP MIX.....  | 57 |
| GRÁFICO 34. VACIADO Y VIBRACIÓN DE LAS MUESTRAS .....                       | 57 |
| GRÁFICO 35. MUESTRAS 2 HORAS DESPUÉS DEL VACIADO .....                      | 57 |
| GRÁFICO 37. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN .....                       | 59 |
| GRÁFICO 36. DISEÑO DEL PROCESO DE MEDICIÓN .....                            | 59 |
| GRÁFICO 38. VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL MICROSCOPIO .....            | 60 |
| GRÁFICO 39. VERIFICACIÓN DE PATRONES EN EJE X .....                         | 60 |
| GRÁFICO 40. VERIFICACIÓN DE PATRONES EN EJE Y .....                         | 60 |
| GRÁFICO 41. INSPECCIÓN DEL PATRÓN DE ACERO.....                             | 61 |
| GRÁFICO 42. VISUALIZACIÓN DE CUERPOS DE PRUEBA .....                        | 61 |
| GRÁFICO 43. PARALELIZACIÓN Y MEDICIÓN DE CUERPOS DE PRUEBA .....            | 62 |
| GRÁFICO 44. UNIVERSO DE MUESTRAS MEDIDAS.....                               | 62 |

|  |    |
|--|----|
| GRÁFICO 45. GRÁFICA DE PRECISIÓN DEL PATRÓN DE REFERENCIA DE ACERO .....                         | 65 |
| GRÁFICO 46. GRÁFICA DE PRECISIÓN GRUPO 1 .....   | 66 |
| GRÁFICO 47. GRÁFICA DE PRECISIÓN DE GRUPO 2 .....  | 67 |
| GRÁFICO 48. GRÁFICA DE PRECISIÓN GRUPO 3 .....   | 68 |
| GRÁFICO 49. GRÁFICA DE PRECISIÓN DE GRUPO 4 .....  | 69 |
| GRÁFICO 50. GRÁFICA DE PRECISIÓN DE GRUPO 5 .....  | 70 |
| GRÁFICO 51. GRÁFICA DE PRECISIÓN DE GRUPO 6 .....  | 71 |
| GRÁFICO 52. GRÁFICA DE PRECISIÓN DE GRUPO 7 .....  | 72 |
| GRÁFICO 53. GRÁFICA DE PRECISIÓN DE GRUPO 8 .....  | 73 |
| GRÁFICO 54. GRÁFICO DE PRECISIÓN COMPARATIVO ENTRE PATRÓN DE ACERO Y GRUPOS 1,<br>2, 3 y 4 ..... | 74 |
| GRÁFICO 55. GRÁFICO DE PRECISIÓN COMPARATIVO ENTRE PATRÓN DE ACERO Y GRUPOS 5,<br>6, 7 y 8 ..... | 75 |

**TABLAS**

|   |    |
|---|----|
| TABLA 1. TABLA DE GRUPOS DE MUESTRAS .....                                      | 41 |
| TABLA 2. MEDIDAS DEL PATRÓN DE REFERENCIA DE ACERO .....                        | 65 |
| TABLA 3. MEDIDAS DE GRUPO 1 .....   | 66 |
| TABLA 4. MEDIDAS DE GRUPO 2 .....   | 67 |
| TABLA 5. MEDIDAS DE GRUPO 3 .....   | 68 |
| TABLA 6. MEDIDAS DE GRUPO 4 .....   | 69 |
| TABLA 7. MEDIDAS DE GRUPO 5 .....   | 70 |
| TABLA 8. MEDIDAS DE GRUPO 6 .....   | 71 |
| TABLA 9. MEDIDAS DE GRUPO 7 .....   | 72 |
| TABLA 10. MEDIDAS DE GRUPO 8 .....  | 73 |
| TABLA 11. RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE PATRÓN DE ACERO Y GRUPOS 1, 2, 3 Y 4... | 74 |
| TABLA 12. RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE PATRÓN DE ACERO Y GRUPOS 5, 6, 7 Y 8... | 75 |

## 1. INTRODUCCIÓN

Las siliconas de adición en la actualidad son los materiales de mayor estabilidad y fidelidad de copiado como lo han corroborado un sinnúmero de autores en estudios acerca de las mismas, por tener propiedades reológicas, visco elásticas y de hidrofilia muy superiores a otros materiales existentes para un mismo objetivo. De igual forma los yesos dentales han evolucionado de manera sorprendente hasta llegar a obtener en la actualidad yesos de diferentes tipos para diferentes funciones en la práctica odontológica como son los yesos tipo IV en los que nos enfocaremos en esta investigación bibliográfica.

La mayor parte de estudios realizados en países ajenos al nuestro acerca de la compatibilidad de los materiales de impresión con los yesos se han realizado con materiales de marcas comerciales muchas de ellas muy ajenas a las disponibles en nuestro medio, por lo cual no son estudios aplicables al 100% al momento de realizar la mejor compra y combinación de materiales en nuestra práctica odontológica diaria.

Entre los autores extranjeros que han realizado trabajos de investigación acerca de la compatibilidad entre los materiales de impresión, en especial las siliconas y los yesos tipo IV utilizados en laboratorio para la elaboración de prótesis fija tenemos a Shelb en 1991 quien utilizó el dado de pruebas de acero inoxidable aceptado por la ADA para medir la compatibilidad de las siliconas con los yesos en base al copiado de las líneas marcadas en dicho dado de pruebas.

Owen en 1986, Ragain en 2000, y Butta en 2005 junto con sus colaboradores, entre otros autores han realizado estudios investigativos acerca de la compatibilidad entre los materiales de impresión y los yesos para de manera estadística llegar a clasificar las mejores combinaciones de materiales en base a los mejores resultados en cuanto a copiado

y a estabilidad dimensional de las muestras, demostrando de manera evidente que no todos los materiales de impresión son compatibles con todos los materiales de vaciado como son los yesos.

En un estudio muy reciente en el 2010, Pereira y colaboradores realizaron un estudio acerca de la compatibilidad de los materiales de impresión elastoméricos en combinación con los yesos tipo IV, obteniendo resultados muy variados en cuanto a la compatibilidad que existe entre los materiales utilizados en el estudio, ya que un mismo material elastomérico puede revelar resultados muy favorables en combinación con una específica marca comercial de yeso, y resultados totalmente adversos con otra, atribuyéndose estos resultados al grado de compatibilidad existente entre dichos materiales.

Por lo tanto al no tener ningún tipo de estudio acerca de la compatibilidad de los materiales elastoméricos y específicamente de las siliconas de adición en nuestro país, y al existir una moderada cantidad de estudios internacionales, de los cuales casi ninguno es aplicable a los materiales existentes en nuestro país, es de suma importancia investigar no sólo la fidelidad de una silicona sino su resultado final al combinarla con el yeso utilizando materiales disponibles en nuestro medio como lo son: siliconas Exaflex GC, Express XT, Elite HD+, SwissTEC HydroXtreme; y yesos Silky Rock, y Resin Rock.

En el siguiente estudio evaluaremos las diferentes combinaciones existentes entre los materiales mencionados anteriormente para obtener mediante datos estadísticos la mejor combinación en base a la compatibilidad de dichos elementos para concluir en la mejor y más favorable combinación de los mismos.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Materiales de Impresión**

Los materiales de impresión en sus distintas presentaciones y características individuales cumplen con la función de al ser vaciados darnos una réplica exacta y fiel en yeso de lo que tenemos presente en boca, por lo tanto es de suma importancia que dicha impresión o negativo como también se lo llama sea de gran fidelidad y con una gran capacidad de copiado. (Anusavice 2004)

Los materiales de impresión han ido evolucionando desde la aparición de la escayola como material de impresión para tejidos duros y blandos, pasando por el alginato que era más adecuado para el copiado de los tejidos duros hasta llegar a los elastómeros que son los materiales de primera elección en la actualidad y sobresaliendo en este grupo las siliconas de adición por su superioridad en cuanto a propiedades reológicas, facilidad de utilización, hidrofilia, entre otras propiedades. (Anusavice 2004)

#### **2.1.1. Características generales de los materiales de impresión**

Todo material de impresión utilizado en odontología deben cumplir con los siguientes objetivos y requisitos básicos:

- Fluidez para adaptarse a los tejidos orales
- Poseer cierta viscosidad para mantenerse en la cubeta al momento de llevar ésta a la boca



- Durante su estadía en boca estos deben fraguar transformándose en un sólido rígido o gomoso y su tiempo de fraguado idealmente no deberá sobrepasar los 7 minutos
- Ya fraguado no debe deformarse o desgarrarse al momento de retirar de la boca
- No debe cambiar la dimensión hasta ser vaciadas.
- Después de vaciar por primera vez debe mantener su estabilidad estructural para poder ser vaciado 1 ó 2 veces más.
- Biocompatibilidad
- Rentabilidad en la utilización (Anusavice 2004).

### **2.1.2. Siliconas de Adición**

Las siliconas de adición también llamadas siliconas de polivinil siloxano o de vinil polisiloxano forman parte de un grupo de materiales que toman el nombre de elastómeros; los cuales se caracterizan por ser materiales gomosos de alta resistencia al desgarro y a la presión, con excelentes cualidades de copiado y de una gran resiliencia, lo cual les permite volver a su estado original después del fraguado por lo cual hoy por hoy se consideran los mejores materiales en cuanto a toma de impresiones se refiere, siendo la deformación de las mismas de hasta un 0.4% lo cual no tiene una relevancia clínica (Chai 1998, Bindra 1997, Beier 2007, Inoue 1978, Tolley 1978).

La resistencia de las siliconas de adición al desgarro es la mejor comparándolas con los otros materiales para impresión existentes tal como lo confirman Lawson y colaboradores en el 2008.

Las siliconas de adición tal como lo definen Beier y colaboradores en el 2007 son el estado del arte en cuanto a materiales de impresión en odontología restauradora y protésica se refiere por todas sus cualidades antes mencionadas.

En 1983 Clancy y colaboradores demostraron la estabilidad dimensional de las siliconas de adición a largo plazo comparándolas con las siliconas de condensación y con los poliéteres después de 4 semanas de haberse tomado la impresión; los resultados favorecieron a las siliconas de adición con tan solo 0,025mm de distorsión versus los 0,033mm de los poliéteres y 0,2mm de las siliconas de condensación, consagrando una vez más al polivinil siloxano como el gol estándar en cuanto a estabilidad dimensional (Peutzfedt 1989, Chong 1991).

Salem en 1986 en un estudio comparativo en relación a la resistencia a la tensión y el desgarro concluye que las siliconas de adhesión superan a los poliéteres y a las siliconas de condensación en estos parámetros siendo casi igualadas únicamente por los poliéteres (Chong 1991).

### **2.1.2.1. Historia y composición de las siliconas**

Los elastómeros aparecieron después de la segunda guerra mundial gracias al aporte tecnológico que prestaron los polímeros, y a su vez las siliconas de adición se popularizaron a mediados de los años 70, y su versión mejorada con cierto grado de hidrofilia se dio a mediados de los años 80 (Anusavice 2004).

Existen materiales que son competitivos con las siliconas de adhesión como lo son los poliéteres, por cual algunas casas comerciales como la GC América han creado materiales híbridos uniendo una silicona de adhesión con el material antes mencionado sin

poder superar a la silicona de adhesión por si sola como lo comprueba Powers en su estudio realizado en el 2008.

Los componentes básicos de las siliconas de adición son:

- Polímero → Polivinil siloxano
- Activador (catalizador) → Ácido cloro platínico
- Material de relleno → Sílice coloidal
- Agente entrecruzador de cadenas → Silano
- Plastificante → Dibutil ftalato
- Colorante (Anunsavice 2004).

### **2.1.2.2. Ventajas y desventajas**

Sus ventajas son:

- Reproducción nítida de detalles
- Sabor y olor agradables
- No producen subproductos que puedan deformar o variar la impresión
- Dimensionalmente estables
- Manipulación sencilla
- Buen tiempo de trabajo
- Presentación en auto mezcla y de mezcla manual
- Posibilidad de realizar varios vaciados de una misma impresión
- Hidrofílicas (no todas y no se ha comprobado al 100%)
- Tixotropismo superior a otros materiales

- Posibilidad de desinfección (Chai 1994, Anusavice 2004, Beier 2007, Dounis 2010).

Chai y colaboradores en 1994 estudiaron el tixotropismo de estas siliconas demostrando la ventaja de estas sobre los demás materiales de impresión al evaluar su capacidad de fluir y copiar no sólo los tejidos duros sino también blandos de cavidad bucal (Beier 2007).

La visco-elasticidad de las siliconas tanto en su estado de trabajo, proceso de polimerización y en su estado de solido es superior a cualquier otro material de impresión ya que permite la fluidez del material durante su trabajo, una adaptación perfecta y por lo tanto copiado ideal de los tejidos tanto duros como blandos, y finalmente la remoción de la boca cuando el material a finalizado su proceso de endurecimiento sin que este se desgarre o sufra ningún tipo de alteración permanente (McCabe 1998, Combe 1978, Jamani 1989).

En 1991 Chong comparó las siliconas de adición en cuanto a su mezclado manual y mediante el uso de sistemas de auto mezcla, obteniendo las muestras de auto mezcla los mejores resultados en cuanto a reproducción de detalle y presencia de burbujas gracias a la inhibición de inclusión de aire que se produce durante el espatulado manual de la silicona.

Por otro lado Lampé y colaboradores en 2004 en una investigación muy similar a la de Chong llegaron a la conclusión de que no existían diferencias relevantes en cuanto a la estabilidad dimensional en cuanto al mezclado manual y al mezclado automático con jeringas de auto mezcla.

Tan y colaboradores en 1995 estudiaron los tiempos de trabajo en relación a la estabilidad dimensional y los detalles reproducidos por 7 siliconas en base a la especificación número 19 de la ADA, y concluyeron que tan sólo 1 de las 7 marcas

evaluadas coincidía con los tiempos de trabajo dados por el fabricante, y que en las otras 6 era necesario esperar mayor tiempo para lograr una reproducción más fiel de los detalles sin que la silicona se deforme por falta de polimerización.

Dounis y colaboradores en 2010 estudiaron el vaciado múltiple de una misma impresión para valorar la exactitud existente en los vaciados posteriores al primero concluyendo que el segundo vaciado resulta clínicamente idéntico al primero gracias a las propiedades de los elastómeros.

Como desventajas Anusavice en 2004 y Kimoto en 2005 mencionan que:

- Son las más costosas dentro de los elastómeros
- No son reutilizables
- No existe compatibilidad entre marcas comerciales
- Liberan hidrogeno durante la polimerización y hasta 1 hora después de la misma
- Extremadamente sensibles a contaminantes como el látex (Anusavice 2004, Kimoto 2005).

Es importante tomar en cuenta la inhibición que existe en la polimerización de las siliconas de adición al contacto con el látex, el cual es un material de utilización diaria en el ámbito odontológico en los guantes más comunes en el mercado, el cual está formado por sulfuros en su mayor parte, además de los retractores de labios hechos a base de látex, los cuales inhiben o retardan el fraguado de las siliconas por adición incluso si dichos guantes son desinfectados con alcohol u otros materiales como lo indica Kimoto y colaboradores en el 2005 en su investigación (Chee 1991).

Peregrina y colaboradores en 2003 reportan inhibición con el empleo de alcohol como surfactante. A los 22 grados, la tasa de inhibición cambió del 95 al 100% para

guantes con y sin talcos. A los 36 grados, la inhibición varió entre 40% en el grupo de guantes sin talcos hasta 75% en el de guantes con talcos.

### **2.1.2.3. Propiedades reológicas y visco elásticas de las siliconas de adición**

Jenny y colaboradores en 1988 probó 5 marcas comerciales de siliconas añadiéndoles diferentes alteradores químicos para retardar su tiempo de trabajo y de polimerización además de probar también implementando frío algunas de las muestras llegando a la conclusión que todos los alteradores químicos incrementaban de forma mínima la contracción de las siliconas al momento de polimerizarse siendo el mejor método para retardar su polimerización el enfriamiento de las pastas previa mezcla para obtener un mejor tiempo de trabajo y polimerización sin afectar sus cualidades de copiado.

La temperatura, a la cual se polimerizan las siliconas de adición fue estudiada en 1980 por Sandrik y Sarna, quienes concluyeron que la temperatura ideal para la polimerización completa de las siliconas es de 37°C, es decir la temperatura corporal por un tiempo de 4,5 minutos, llegando así la impresión en este tiempo a una temperatura de 35,3°C, razón por la cual es importante el mantenimiento de la cubeta durante 5 minutos dentro de boca.

Por otro lado se han hecho investigaciones también acerca de la contracción que sufren los elastómeros al cambiar desde la temperatura bucal hacia la temperatura ambiente, esto fue introducido por Araujo y Jorgensen a mediados de los años 80, y fue estudiado nuevamente en el año 2000 por Portugal y colaboradores, quienes concluyeron que existe una mínima contracción de los elastómeros al cambiar de 37°C a 22°C, por tal

motivo proponen el recalentamiento de las impresiones para su vaciado en yeso y así minimizar la contracción existente por cambios de temperatura (Portugal 2000).

#### **2.1.2.4. Hidrofilia de las siliconas de adición**

La hidrofilia de las siliconas de adición ha sido un tema muy controversial y estudiado desde la aparición de las mismas no sólo por la falta de fidelidad que presentan las siliconas que no la poseen, sino también por los errores que puedan presentarse en el vaciado de yeso al no ser estas compatibles con el agua que ellos poseen (McCormick 1989, Finger 1988, Rupp 2010, Rupp 2008).

Algo muy importante a tomarse en cuenta en las siliconas y otros materiales elastoméricos es el ángulo de contacto que este produce al colocarse agua en el mismo y mediante el cual podemos medir la hidrofilia o hidrofobia de un material, a mejor ángulo de contacto más hidrofílico será el material y por ende se producirá una mejor compatibilidad con el yeso y menos cantidad de burbujas en el vaciado; por este motivo se han fabricado surfactantes para ser colocados en la impresión previo vaciado y así mejorar su compatibilidad con los yesos (Michaiakis 2007, McCormick 1989, Rupp 2010).

Es importante también tomar en cuenta la hidrofilia de las siliconas durante su etapa de polimerización ya que esto permitirá una mejor fluidez de la pasta y como resultado un mejor copiado de las zonas en que existe cierto grado de humedad, lo cual evitara la presencia de áreas defectuosas en el vaciado ya sea de tejidos blandos o preparaciones dentales (Rupp 2010, Rupp 2008).

Soh y colaboradores en 1990 magnificaron de 1 a 10x impresiones tomadas a pacientes in vivo y al igual que muchos otros autores concluyeron que el copiado óptimo

de las estructuras dentales preparadas de un material de impresión no acuoso depende directamente de la cantidad de humedad en la superficie de la preparación, la estabilidad dimensional del material y de la exactitud del material.

Una cantidad inadecuada de humedad en las superficies preparadas resultará en la aparición de burbujas o zonas huecas en la impresión y por lo tanto un copiado deficiente en los modelos maestros (Soh 1990).

Un aspecto importante a tomarse en cuanto con los elastómeros en general es la humedad relativa a la que se los almacena previo su vaciado; en 1974 Takatsu experimentó con poliéteres sometiéndolos a diferentes porcentajes de humedad relativa 24 horas antes de ser vaciados y concluyó que el almacenamiento en una humedad relativa mayor al 50% producía cambios inaceptables en la estabilidad dimensional de los poliéteres (Finger 1988).

Una investigación muy similar a la de Takatsu fue realizada en 1988 por Finger, pero esta vez evaluando también siliconas de adición al estudio, y se llegó a la conclusión de que existe una distorsión en las impresiones al ser sometidas a humedades superiores al 50%, pero esta distorsión no llega a ser clínicamente relevante y mantiene los estándares de deformación aceptados por la ADA para los materiales elastoméricos.

Uno de los sitios más importantes a ser copiados y de mayor dificultad es el surco de terminación o terminación cervical de la preparación debido a la cantidad de humedad existente en esta zona en especial si la preparación se la realiza subgingival, es por esto que se recomienda la utilización de expansores gingivales o hilos retractores sumado al uso de hemostáticos y astringentes para permitir el paso de la silicona a este nivel y obtener



resultados óptimos de copiado tal como lo indica Takahashi y colaboradores en el 2010 (O'Mahony 2000, Michaiakis 2007).

O'Mahony y colaboradores en el 2000 comprobaron que los 3 medicamentos utilizados para la retracción gingival como son la epinefrina, el cloruro de aluminio y el sulfato de potasio y aluminio unidos a los hilos retractores no afectan la estabilidad dimensional ni la calidad de copiado del polivinil siloxano de manera significativa siendo la alteración de un 0,5% lo cual es aceptado por los límites de la ADA.

En la actualidad la mayoría de siliconas de adición tienen cierto grado de hidrofilia y compatibilidad con las superficies húmedas, lo cual no solo favorece al copiado en boca de las estructuras preparadas sino también al vaciado de las impresiones por existir un mejor ángulo de contacto y tensión superficial con el yeso utilizado para este fin (Takahashi 2010, Kanehira 2007).

### **2.1.2.5. Aplicaciones de las siliconas de adición**

Las siliconas de adición al ser un elastómero no acuoso es utilizado muy comúnmente para la elaboración de prótesis totales, parciales y más rutinariamente en prótesis fijas incluyendo en este grupo a las coronas, inlays y onlays (Anusavice 2004, Beier 2007).

Actualmente también se ha popularizado la utilización de estas siliconas en el ámbito implantológico siendo el material de primera elección para la rehabilitación de prótesis sobre implantes ya sea con técnicas de impresión directa o indirecta o de transferencia ya que por su estabilidad dimensional y en el tiempo refleja la mejor pasividad en las estructuras que se cementaran o atornillaran sobre los implantes, siendo

demostrado por Tamer y colaboradores en 2010 que la impresión de transferencia refleja mejores resultados que cualquier otra.

Aparte de ser utilizadas como materiales de primera elección para la toma de impresiones en los diferentes tipos de prótesis Shpack y colaboradores en 2006 estudiaron la utilización de las siliconas de polivinil siloxano en registros de mordida y aplicándolas a la medición para la corrección de la mordida anterior en base a la medición de la densidad de la pasta y así saber cuánto modificar en relación al overjet y overbite del paciente.

Existen ya materiales a base de polivinil siloxano destinados única y exclusivamente al registro de mordida contando con la mayor exactitud si los comparásemos con otros materiales de uso común como la silicona pesada o la cera dental; un ejemplo de estos materiales viene a ser el Occlufast de la casa comercial Zhermack (Manual de productos Zhermack).

También se ha utilizado las siliconas de polivinil siloxano en la evaluación de la adaptación interna de las restauraciones extra orales por la fluidez y resistencia al desgarro que estas presentan, aún cuando sea en capas muy delgadas tal como lo ratifican Karakaya y colaboradores en su estudio del 2005.

En cuanto a las técnicas de impresión para la utilización de las siliconas de adición básicamente existen dos técnicas las cuales son, impresión a dos pasos en la que colocaremos la silicona pesada en la cubeta de impresión y tomaremos la muestra únicamente con esta pasta para luego colocar sobre la impresión fraguada de silicona pesada la silicona liviana y llevar la cubeta nuevamente a la boca utilizando el rastro de la silicona pesada como una guía de inserción. Este tipo de impresión conlleva mayor tiempo de trabajo por parte del profesional y no es aplicable para casos en los que las retenciones

sean demasiado acentuadas o en casos de impresiones de transferencia o también llamadas de cubeta abierta en implantología; además es controversial la unión que existirá entre la parte liviana y la parte pesada de la silicona habiendo existido como intermediario la contaminación bucal entre una toma y otra (Anusavice 2004, Pameijer 1983, Nissan 2002).

Por otro lado tenemos la técnica de impresión a un solo paso o también llamada de dos manos en la cual ambos tipos de silicona liviana y pesada son colocados a un mismo tiempo en la cubeta para ser llevadas a la boca pudiéndose colocar también la silicona liviana sobre las estructuras dentales a copiarse previamente. Este tipo de técnica presenta los mejores resultados según el estudio realizado por Pameijer y colaboradores en 1983 al presentar una excelente calidad de copiado y reproducción de detalles además de ser un ahorro representativo en tiempo y costo por impresión (Anusavice 2004).

Es de vital importancia al momento de realizar la toma de impresiones sin importar la técnica que se utilice el buen escogitamiento de las cubetas de impresión y de preferencia también el uso de un adhesivo para cubetas para evitar el desprendimiento de la silicona ya polimerizada y por ende un fallo en la estabilidad y precisión al momento de vaciar los modelos (Bindra 1997, Hoyos 2011).

Las mejores cubetas de impresión son las cubetas metálicas rígidas sean éstas perforadas o no tal como lo indica Bindra y colaboradores en 1997, en su estudio acerca de adhesivos para cubetas, así como Hoyos y colaboradores en el 2011 situando en primer lugar las cubetas metálicas y en segundo las cubetas plásticas rígidas siempre y cuando se utilice un adhesivo para cubetas gracias a su excelente interacción con el adhesivo, además recalca en el aumento de resistencia a las fuerzas de tracción y de tensión generadas al momento de retirar la cubeta, lo cual se refleja en una impresión nítida sin cambios dimensionales.

Padmakar y colaboradores en 2008 evaluó la diferencia en cuanto a la eficiencia dimensional comparando las técnicas de dos pasos con pasta pesada y liviana y de un solo paso con la utilización de cubetas personalizadas con pasta regular o mediana, obteniendo similares resultados en ambas técnicas y concluyendo que es posible utilizar la técnica a dos pasos para reemplazar la cubeta personalizada.

Existen también en la actualidad cubetas de doble arcada para la técnica del mismo nombre, teniendo como beneficio en preparaciones múltiples de cuadrantes antagonistas el ahorro de tiempo y material para el profesional, teniendo esta técnica sus limitantes como lo indica Burke en el 2001 después de evaluar dicha técnica con varios materiales y concluyendo que con unos márgenes claros y humedad favorable es totalmente indicada esta técnica ya que se obtienen muy buenos resultados combinada con siliconas de polivinil siloxano.

La desinfección de todo tipo de impresiones dentales sin importar el material que se utilice es recomendada por la ADA para evitar la posible transmisión de infecciones tales como la Hepatitis B, enfermedades autoinmuno deprimentes, tuberculosis entre otras (Walker 2007).

En 2007 Walker y colaboradores estudiaron varios tipos de desinfectantes entre los que constaban el alcohol e hipoclorito de sodio a diferentes tiempos de desinfección teniendo como base de comparación muestras sin desinfección para medir los cambios en la estabilidad dimensional de las siliconas al ser sometidas a desinfección obteniendo como resultado la no afección a los polivinil siloxanos sin presentar cambios clínicos significativos después de su inmersión en los desinfectantes probados.

De igual manera la inmersión de las impresiones de polivinil siloxano en desinfectantes a base de amonios cuaternarios como lo es el glutaraldehído no producen cambios clínicos significativos en la estabilidad final de las muestras (Melilli 2008).

La desinfección por medio de inmersión de las tomas en líquidos desinfectantes durante el tiempo especificado por el fabricante se ha mostrado más efectivo que la utilización de sprays desinfectantes (Melilli 2008).

## **2.2. Yesos**

El yeso es obtenido en su forma natural de varias partes del mundo y es un subproducto de varias reacciones químicas, el cual se ha utilizado desde su descubrimiento en su mayor parte para la edificación de inmuebles y esculturas. En odontología lo utilizamos en su variedad de sulfato de calcio dihidratado casi puro, y entra en muchos de los procesos odontológicos del diario ejercer tales como los modelos de estudio, revestimientos de laboratorio, modelos específicos para prótesis fija, entre otros (Anusavice 2004).

El yeso en odontología ha ido evolucionando en relación a las necesidades del odontólogo y a la evolución de otros materiales auxiliares, es así que inicialmente el yeso de París era utilizado para realizar impresiones en odontología y con la aparición de nuevos materiales de impresión además de nuevos tipos de yeso este material fue relegado a otras funciones y en la actualidad está descartado su uso (Hagedorn 2006).

### 2.2.1. Elaboración de yesos odontológicos

El yeso o sulfato de calcio dihidratado entra en proceso de demolición para disminuir sus partículas según la necesidad y tipo de yeso que queramos obtener y se lo somete a temperaturas de 110 a 120°C para eliminar el agua de cristalización del yeso. Posteriormente se procede a aumentar la temperatura para ir así obteniendo los subproductos del yeso que necesitamos que en este caso para odontología será el sulfato de calcio hemihidratado. Para la obtención de yesos mejorados o de menos espesor y tipo de partícula se combina al yeso con un 30% de solución de cloruro cálcico y cloruro magnésico para de esta forma aumentar la calidad y dureza del yeso que utilizamos generalmente para troqueles y prótesis fija, o también llamado tipo IV. (Anusavice 2004)

En base a los diferentes tipos de procesamiento, tamaño de las partículas y adición de agentes mejoradores del yeso tenemos en la actualidad 6 tipos de yesos clasificados de la siguiente manera:

Yeso tipo I o también llamado yeso de impresión, el cual esta elaborado a base de yeso de Paris y se utilizaba antiguamente para la toma de impresiones gracias a sus modificadores que regulaban el tiempo y la expansión del fraguado, actualmente ha sido sustituido por materiales menos rígidos como lo son los hidrocoloides y los elastómeros. (Anusavice 2004)

Yeso tipo II también llamado yeso para modelos o yeso de laboratorio es un material de baja resistencia, el cual se lo utiliza para elaborar modelos de estudio o su modificación para laboratorio para rellenar muflas. (Anusavice 2004)

Yeso tipo III o también llamado yeso piedra mejorado, el cual cuenta con una resistencia de entre 20,7 y 34,5 MPa, por lo que fue el primer yeso aprobado para la

utilización de modelos de laboratorio y elaboración de restauraciones extra bucales gracias a su dureza y resistencia moderada. (Anusavice 2004)

Yeso tipo IV o yeso piedra de alta resistencia, el cual cumple con los requisitos esenciales para la elaboración de troqueles al ser de mayor resistencia y dureza que el yeso tipo III, y al poseer una expansión de fraguado de muy bajo índice; además gracias a su dureza y superficie liza permite la colocación de cera para los encerados de preparaciones extra bucales y fácil remoción de los mismos para la fundición sin que estos pierdan exactitud. (Anusavice 2004)

Yeso tipo V o yeso piedra de alta resistencia y expansión, el cual posee una dureza mayor incluso que el yeso piedra tipo IV, pero con la diferencia que este sufre de una expansión mayor al momento del fraguado, lo cual es aplicable al momento de utilizar materiales de fundición base los mismos que sufren ciertos índices de contracción al momento de fundirse y solidificarse. (Anusavice 2004)

Yeso sintético, el cual es un producto obtenido netamente por laboratorios, sin la extracción de materiales minerales obtenidos de la tierra, este yeso en cambio se elabora a partir de materiales de productos de desecho de la producción de ácido fosfórico, cuya fórmula exacta no se conoce ya que es un secreto de las casas comerciales. Cabe indicar que lo importante no es la fuente del hemihidrato utilizado para la elaboración del yeso, sino el tipo de procesamiento, lo cual dará la calidad del producto final. (Anusavice 2004)

### **2.2.2. Yeso piedra tipo IV o de alta resistencia**

Este yeso por ser el de primordial utilización en prótesis fija para la elaboración de troqueles necesita contar con varias características esenciales como son: resistencia,

dureza, resistencia a la abrasión y una mínima expansión de fraguado. Por lo tanto debe estar conformado por hemihidrato tipo alfa o también llamado del tipo densita, cuyas partículas son de forma cuboidal para permitir su máxima compactación al momento del mezclado y fraguado dejando así una mínima cantidad de espacios libres. Este yeso tiene una cantidad de expansión al momento de fraguar excepcional comparado con los demás tipos de yesos ya que su expansión es de máximo 0,10%, por lo cual es el material de elección en la confección de prótesis fijas. Este yeso cuenta con una gran dureza para permitir al laboratorista elaborar sobre él los encerados de cofias metálicas y de porcelana, los cuales se los hace con instrumentos rígidos. (Anusavice 2004)

Este yeso cuenta con una calificación de 92 en cuanto a su dureza según la medición de Rockwell superando al yeso tipo III con 10 puntos. (Anusavice 2004)

### **2.2.3. Proceso y reacción de fraguado del yeso**

Hagedorn en 2006 y Mahler en 1952 anuncian que el yeso se fragua gracias a la disolución y precipitación de sus partículas, estas al mezclarse con el agua se rehidratan para iniciar una recristalización instantánea y posterior a esto una reorganización entremezclándose los cristales para formar un sólido al momento de fraguar de la siguiente manera:

- Al mezclarse el hemihidrato con agua se forma una suspensión fluida y de fácil manipulación
- El hemidrato se disuelve hasta formar una solución saturada
- Esta solución ya saturada empieza a precipitarse.



La precipitación del hemihidrato y dihidrato si fuera este el caso continúa hasta formar nuevos cristales y formar un sólido. (Anusavice 2004)

Existe una reacción exotérmica durante el proceso de fraguado, la cual cesará a los 5 a 15 minutos después de iniciada la reacción, pero el proceso de reforzamiento y continuará por varias horas. (Fairhurst 1960)

Cabe indicar que la resistencia del yeso aumenta mientras el agua contenida en el se va evaporando, lo cual fue comprobado por Fairhurst en 1960, quien estudio la resistencia a la compresión del yeso en diferentes etapas de evaporación de agua contenida en el mismo.

#### **2.2.4. Mezclado y expansión higroscópica del yeso**

La proporción de agua y polvo es de suma importancia al momento de mezclar los diferentes tipos de yesos odontológicos ya que de esta dependerá el tiempo de fraguado del material así como su resistencia cuando haya terminado el proceso de endurecimiento. Esta proporción se obtiene mediante la división del peso del polvo en gramos sobre el volumen de agua en mililitros. De esta manera tenemos que la proporción del yeso piedra tipo II es de 0,45 a 0,50, del yeso piedra tipo III es de 0,28 a 0,30, y del yeso piedra tipo IV que es de nuestro mayor interés en esta investigación es de 0,22 a 0,24. Estos datos pueden variar mínimamente dependiendo de la pureza y del tamaño de partícula de los yesos además de su marca comercial. (Anusavice 2004)

Se ha tomado como estándar el mezclado del yeso en una taza de caucho de forma parabólica es decir de base redondeada, lisa y resistente a la abrasión para no desprender ningún tipo de residuo durante la mezcla. Además se utilizara una espátula rígida de preferencia metálica con mango cómodo para su óptimo manejo. Es importante la

utilización de un vibrador durante la mezcla para evitar la incorporación de burbujas a la mezcla. (Hagedorn2006, Anusavice 2004)

Siempre debe colocarse en la taza primero la medición de agua y sobre ella la cantidad de yeso que le corresponda para posterior a esto empezar el espatulado hasta lograr una mezcla homogénea por aproximadamente un minuto. Se debe evitar el añadir polvo o agua posterior al inicio de la mezcla ya que el yeso resultara débil y los tiempos de trabajo y de fraguado cambiarán; además de preferencia se debe utilizar un sistema de mezclado al vacío para obtener así la mayor cantidad de dureza que el yeso pueda brindarnos. (Anusavice 2004)

Saunders y colaboradores en 1990 estudio los efectos de la temperatura del agua para la mezcla del yeso en el vaciado de impresiones de polivinil siloxano utilizando agua desde los 18°C hasta los 24°C concluyendo que no existió cambios en los troqueles de yeso en los diferentes cambios de temperatura del agua.

Donninson y colaboradores en 1962 estudió también el retardo en el fraguado de los yesos por medio del uso de tartrato de calcio, concluyendo que este a la vez que retardaba el proceso alteraba la composición del yeso y el producto final al endurecerse este tornándolo más frágil por no ser soluble en el agua y ocupar espacios entre las partículas de yeso.

Shen y colaboradores en 1980 estudiaron el uso de sulfato de potasio para acelerar el proceso de fraguado de los yesos concluyendo que esta sustancia repercutía en la disminución de dureza y resistencia del yeso al estar ya fraguado por la aglomeración temprana y desordenada de los cristales del yeso.

El yeso al momento de mezclarse con el agua y durante su proceso de fraguado puede sufrir una ligerísima expansión dependiendo de varios factores en especial de la cantidad de espatulado durante la mezcla y de la cantidad de agua en la proporción agua polvo del yeso. Esta expansión puede ser de hasta un 0,30%, la cual puede afectar al momento de realizar restauraciones protésicas extra orales por una pérdida de adaptación.(Heshmati 2002)

Mahler y colaboradores en 1952 estudiaron la contracción que sufren los yesos al momento de su fraguado concluyendo que dichos materiales se contraían mínimamente al momento de fraguar; esto ha sido desmentido y ha pasado a ser descartado gracias a la evolución de los yesos dentales con el pasar de los años.

### **2.2.5. Desinfección de los modelos de yeso**

La desinfección de cualquier material que haya tenido contacto con boca es hoy por hoy el auge en los procedimientos de odontología y de laboratorio dental para la prevención de enfermedades por contagio cruzado tales como la hepatitis B. (Hiroshi 2008)

Hiroshi y colaboradores en 2008 estudiaron los patógenos oportunistas que comúnmente existen en los modelos de yeso vaciados de impresiones sin desinfección previa concluyendo que en dichos modelos existe una gran cantidad de patógenos tales como la cándida, porfiromona aeruginosena, patógenos causantes de infecciones nosocomiales, entre otros patógenos de menos impedancia.

Más del 50% de odontólogos no practican los protocolos de desinfección de impresiones en el consultorio dental aumentando así el porcentaje de contagios entre los pacientes de la consulta odontológica y el personal de laboratorio. (Egusa 2008)

Si la impresión de boca tomada del paciente no ha sido previamente desinfectada necesitaremos desinfectar el modelo de yeso para lo cual existen varias técnicas que no afectan la estabilidad dimensional del mismo ni la interactividad que habrá con los diferentes materiales para la posterior elaboración de la prótesis. Estos materiales consisten básicamente en desinfectantes rociados, hipocloritos y desinfectantes iodoforos. Durante un tiempo se acostumbró incorporar desinfectantes a la composición del yeso, lo cual está ya suspendido ya que la FDA no aceptó dichos procedimientos ya que la fluidez del yeso mezclado se afecta en la presencia de estos modificadores. (Abdelaziz 2005)

Berg y colaboradores en 2007 analizó la eficacia en la desinfección de modelos de yeso mediante la desinfección con microondas utilizando un aparato de obtención común de marca Samsung con una potencia de 900 W llegando a la conclusión de que a esta potencia durante 5 minutos la desinfección de los modelos era suficiente para eliminar los principales patógenos causantes de infecciones cruzadas en odontología.

### **2.2.6. Compatibilidad del yeso con los materiales de impresión**

Un yeso para ser compatible con cualquier material de impresión debe cumplir con los estándares de la ADA en su especificación número 19 en cuanto a pruebas de compatibilidad mediante el copiado de una línea de 20 um de espesor dada en la impresión tomada de un dado de pruebas. (Shelb 1991)

La combinación adecuada de los materiales de impresión con los yesos en cuanto a su compatibilidad es esencial para la obtención de replicas exactas y por lo tanto restauraciones coronarias de gran calidad y adaptación. (Owen 1986, Ragain 2000, Butta 2005, Schelb 1991)

Owen en 1986 estudio la compatibilidad de los yesos con los alginatos utilizando 9 marcas comerciales de alginato y 5 marcas comerciales de yeso, concluyendo que ningún material fue capaz de reproducir 20 micras de espesor y tan solo 4 alginatos eran capaces de pasar las pruebas de compatibilidad con los diferentes tipos de yesos, por lo que se concuerda que no todos los yesos son compatibles con todos los alginatos y viceversa.

Otros autores han realizado investigaciones acerca de la compatibilidad que existe entre los yesos tipo IV y los materiales de impresión elastoméricos siendo los resultados variables en cada combinación a diferencia de lo que establecen las casas comerciales tanto de los yesos como de las siliconas de adición probadas, concluyendo nuevamente que no todas las marcas comerciales de yesos son compatibles con todas las marcas comerciales de siliconas de adición y viceversa, por lo cual se debe tener especial cuidado en el manejo de ambos elementos para lograr resultados favorables. (Schelb 1991, Pereira 2010, Butta 2005, Ragain 2000)

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

Evaluar mediante la medición con un microscopio de herramientas la fidelidad de copiado y compatibilidad de cuatro materiales de impresión elaborados a base de polivinil siloxano de fácil obtención en nuestro país con la utilización de dos materiales de vaciado de diferentes casas comerciales.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- comparar mediante microscopio de herramientas dos yesos tipo IV de diferentes casas comerciales en combinación con 4 siliconas de adición y observar cuál de estas combinaciones posee tiene mayor fidelidad de copiado al vaciarse.
- Evaluar la compatibilidad que existe entre las siliconas de impresión y los yesos utilizados en el estudio en relación a la estabilidad dimensional que presentan a través de medición con un microscopio de herramientas.
- Determinar mediante el uso de microscopio de herramientas la mejor combinación yeso-silicona para la obtención de mejores resultados clínicos.
- Evaluar por medio del microscopio de herramientas cuál combinación de materiales obtiene los resultados de menor eficiencia.

### **4. HIPÓTESIS**

Todas las siliconas de polivinil siloxano evaluadas en este estudio tienen una eficiencia de copiado superior al 99% al vaciarse y son compatibles con todos los yesos tipo IV evaluados en esta investigación.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Diseño del Estudio**

Este es un estudio in vitro ya que las muestras serán tomadas de un modelo maestro prefabricado bajo los debidos estándares de la ADA sin la necesidad de toma de muestras a seres vivos. Es un estudio experimental cualitativo y comparativo ya que se medirá las cualidades de copiado y reproducción de detalles de los diferentes materiales a utilizarse en el estudio. Es también un estudio comparativo ya que los resultados obtenidos de los materiales utilizados serán comparados entre sí para de esta manera concluir cuál de ellos es el mejor así como el menos favorable en cuanto a su compatibilidad.

### **5.2. Muestra**

Cuarenta modelos de yeso tipo IV de cada casa comercial construidos a partir de ochenta muestras de silicona, de los cuales diez serán obtenidos de cada una de las marcas comerciales de siliconas a utilizarse en el estudio con lo que obtenemos un total de ochenta modelos de muestra para ser estudiados.

#### **5.2.1. Criterios de inclusión**

Impresiones del cuerpo maestro nítidas sin presencia de burbujas o deficiencias en el área de medición.

Réplicas en yeso del modelo maestro nítidas sin presencia de burbujas en el yeso o defectos en el área de medición.

### **5.2.2. Criterios de exclusión**

Impresiones del modelo maestro con presencia de burbujas o áreas defectuosas en el área de medición.

Réplicas en yeso del modelo maestro con presencia de burbujas, defectos o fracturas en el área de medición.

### **5.3. Grupos de estudio**

Serán establecidos 8 grupos de diez muestras cada uno (tabla 1) conformados de la siguiente manera:

Un primer grupo conformado por diez muestras obtenidas a partir de las impresiones tomadas con la silicona Exaflex y vaciadas con el yeso Silky Rock.

Un segundo grupo conformado por diez muestras obtenidas a partir de las impresiones tomadas con la silicona Express XT y vaciadas con el yeso Silky Rock.

Un tercer grupo conformado por diez muestras obtenidas a partir de las impresiones tomadas con la silicona Elite HD+ y vaciadas con el yeso Silky Rock.

Un cuarto grupo conformado por diez muestras obtenidas a partir de las impresiones tomadas con la silicona SwissTEC HydroXtreme y vaciadas con el yeso Silky Rock.

Un quinto grupo conformado por diez muestras obtenidas a partir de las impresiones tomadas con la silicona Exaflex y vaciadas con el yeso Resin Rock.



Un sexto grupo conformado por diez muestras obtenidas a partir de las impresiones tomadas con la silicona Express XT y vaciadas con el yeso Resin Rock.

Un séptimo grupo conformado por diez muestras obtenidas a partir de las impresiones tomadas con la silicona Elite HD+ y vaciadas con el yeso Resin Rock.

Un octavo grupo conformado por diez muestras obtenidas a partir de las impresiones tomadas con la silicona SwissTEC HydroXtreme y vaciadas con el yeso Resin Rock, completando de esta manera una totalidad de 80 muestras (grafico 1).



**Gráfico 1. Totalidad de grupos de muestras**

|       |            | Siliconas |            |           |             |
|-------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|
|       |            | Examix    | Express XT | Elite HD+ | HydroXtreme |
| Yesos | Silky Rock | Grupo 1   | Grupo 2    | Grupo 3   | Grupo 4     |
|       | Resin Rock | Grupo 5   | Grupo 6    | Grupo 7   | Grupo 8     |

**Tabla 1. Tabla de grupos de muestras**

### 5.3.1. Variables de Estudio

Se utilizaron dos marcas comerciales de yesos tipo IV, Silky Rock y Suprastone (gráfico 2) con sus respectivas indicaciones de uso y proporción polvo agua.



Gráfico 2. Marcas de Yesos

Las impresiones fueron tomadas con siliconas de adición de cuatro casas comerciales (grafico 3) con sus respectivos manuales de mezcla y tiempos de trabajo y polimerización.



Gráfico 3. Marcas de Siliconas

Las impresiones y los vaciados fueron hechos mediante la utilización de anillos estandarizados en tamaño y diámetro (gráfico 4) para el copiado de las marcas en el dado de pruebas.



**Gráfico 4. Patrón y anillos de acero**

La temperatura del dado de pruebas se elevó a un promedio de entre 36.5 y 37.5 °C (gráfico 5) para igualar a la temperatura corporal humana.



**Gráfico 5. Temperatura de Patrón de Acero**

La impresión se mantuvo durante 5 minutos (gráfico 6) en cada una de las impresiones de muestra para asegurar el tiempo de polimerización de las siliconas.



**Gráfico 6. Tiempo de polimerización de silicona**

La humedad relativa durante la experimentación fue de un 50% intentando realizarla durante días soleados y evitando efectuarla durante los días lluviosos o nublados.

La mezcla de las siliconas se la realizó de forma manual en todas las muestras mediante una espátula de cemento y una lámina de papel antiadherente descartable para cada mezcla (gráficos 7 y 8).



**Gráfico 7. Silicona Dispensada**



**Gráfico 8. Mezclado de Silicona**

La impresión fue sometida a la presión de asentamiento de una loseta de vidrio (gráfico 9) hasta asentar en el anillo metálico para estandarizar una misma presión y fuerza en todas las impresiones.



**Gráfico 9. Presión estándar de loseta**

Todas las impresiones de un mismo grupo fueron vaciadas una hora después de haber sido tomada la última impresión para evitar burbujas en el vaciado por emanación de hidrógeno, y se utilizó un porta muestras (gráfico 10) fabricado para vaciar las 10 muestras

simultáneamente, y se fijo los anillos al porta muestra por medio de un agente pegante (gráfico 11) para evitar su dislocación y movimiento disparejo al momento de someter el conjunto a vibración (gráfico 12).



**Gráfico 10. Porta Muestras de Madera**



**Gráfico 11. Colocación de agente pegante**



**Gráfico 12. Vibración del porta muestras**

La mezcla de yeso fue hecha en base a las proporciones de la casa fabricante en una taza de caucho por medio de una espátula de yeso (gráfico 13).



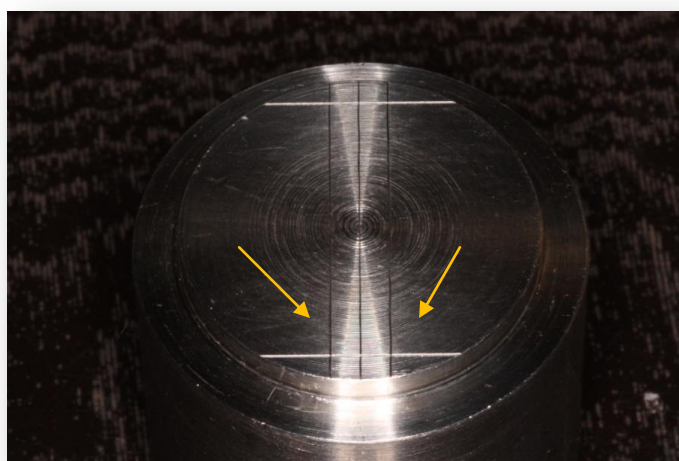
**Gráfico 13. Taza de caucho y espátula de yeso**

Se esperó 2 horas después del vaciado para que termine la compactación de los cristales de yeso y le eliminación de agua para asegurar su dureza (gráfico 14).



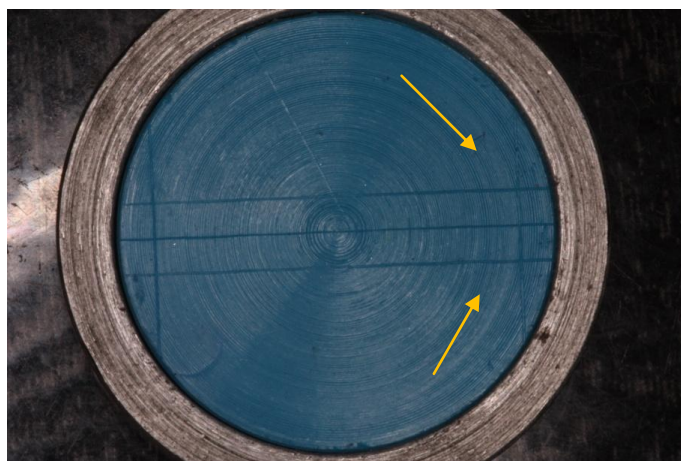
**Gráfico 14. Muestras fraguadas completamente**

Se escogió un solo lado del dado de pruebas (gráficos 15 y 16) para la medición de las muestras en el microscopio de instrumentos.



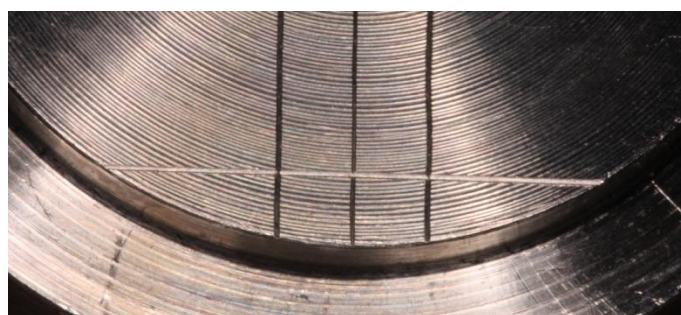
**Gráfico 15. Selección del lado de medición en patrón de acero**





**Gráfico 16. Selección de lado de medición en impresión de silicona**

La medición de las muestras se realizó en forma horizontal entre 2 puntos determinados del dado de pruebas (gráfico 17).



**Gráfico 17. Determinación de puntos de medición**

## 5.4. Metodología

### 5.4.1. Construcción de los cuerpos de prueba

El dado de prueba (Facilitado por las Universidad Central del Ecuador) y los anillos de impresión (gráficos 18 y 19) fueron fabricados en acero inoxidable mediante un torno rectificador de alta precisión cumpliendo con las normas indicadas por la ADA.



**Gráfico 18. Patrón de acero inoxidable**



**Gráfico 19. Patrón y anillos de acero**

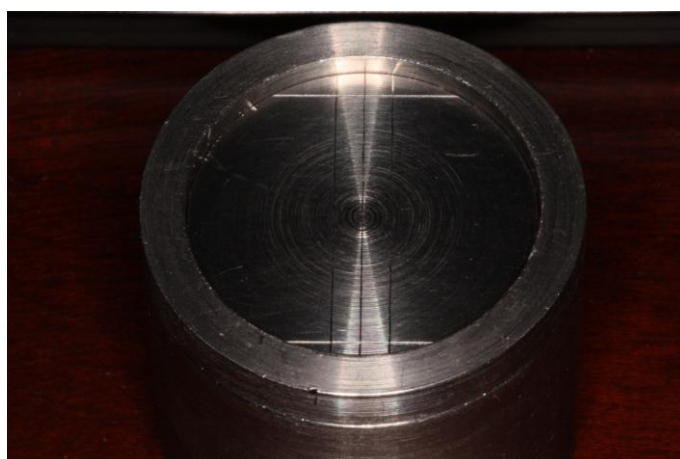
El porta cilindros para el vaciado múltiple de las muestras fue fabricado en madera con el diámetro y la mitad de la profundidad exacta de cada anillo (gráfico 20).



**Gráfico 20. Porta cilindros**

#### **5.4.2. Toma de impresión**

Las impresiones de las 10 muestras de cada grupo fueron tomadas mediante la utilización de los anillos de precisión colocados sobre el dado de prueba (gráfico 21), el cual fue previamente calentado a un promedio de 37 °C y sumergido en agua a la misma temperatura para mantener la temperatura estable durante el proceso de polimerización de las siliconas.



**Gráfico 21. Anillo sobre patrón de acero**

La siliconas se dispensaron por medio de una pistola universal para tubos de auto-mezcla (grafico 22) sobre papeles descartables antiadherentes (gráfico 23), y se mezclaron durante el tiempo de mezclado indicado por el fabricante (gráfico 24), para ser colocadas dentro del anillo instalado en el dado de pruebas (gráfico 25), finalmente se colocó una loseta de vidrio para estandarizar la presión sobre las siliconas y simular la presión realizada por el profesional sobre la cubeta al momento de la toma de impresiones (gráfico 26). Se espero 5 minutos a temperatura corporal para que finalice la polimerización de las siliconas (gráficos 27 y 28), y se procedió a retirar el anillo de acero con la impresión en su interior del dado de pruebas para su posterior vaciado (gráficos 29 y 30).



**Gráfico 22. Pistola dispensadora universal**



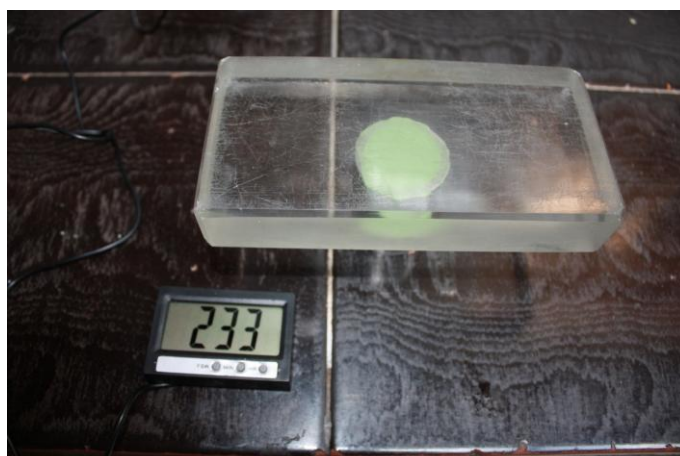
**Gráfico 23. Silicona dispensada**



**Gráfico 24. Mezcla de silicona**



**Gráfico 25. Colocación de silicona en anillo de acero**



**Gráfico 26. Presión estándar con loseta de vidrio**



**Gráfico 27. Regularización de temperatura de patrón**



**Gráfico 28. Termómetro Indicador de temperatura de agua y patrón de acero**



**Gráfico 29. Remoción de la impresión polimerizada**



**Gráfico 30. Impresión lista para vaciarse**

### **5.4.3. Vaciado de los cuerpos de prueba**

Se vaciaron las 10 impresiones de cada grupo utilizando el porta cilindros de madera (gráfico 31) y un agente pegante para evitar que se muevan los anillos y someterlos a una misma cantidad y fuerza de vibración todos al mismo tiempo.



**Gráfico 31. Impresiones fijadas en porta cilindros**

El yeso fue mezclado en una taza de caucho con una espátula de metal (gráfico 32) para yeso utilizando las relaciones de polvo-agua y respetando los tiempos de mezclado y de trabajo dados por cada fabricante.



**Gráfico 32. Taza y espátula de yeso**

Se colocó el yeso en estado líquido en cada uno de las impresiones y se procedió a vibrar con una vibradora marca WhipMix (gráfico 33) durante 30 segundos; se retiró los excesos de yeso con una espátula de cemento y se vibró nuevamente las impresiones durante aproximadamente 30 segundos más para luego dejar reposar (gráfico 34) las muestras durante 2 horas (gráfico 35) para asegurar el correcto y total fraguado del yeso para poder retirar los discos o cuerpos de prueba de los anillos de acero y llevarlos al microscopio de herramientas para su medición.





**Gráfico 33. Vibrador Whip Mix**



**Gráfico 34. Vaciado y vibración de las muestras**



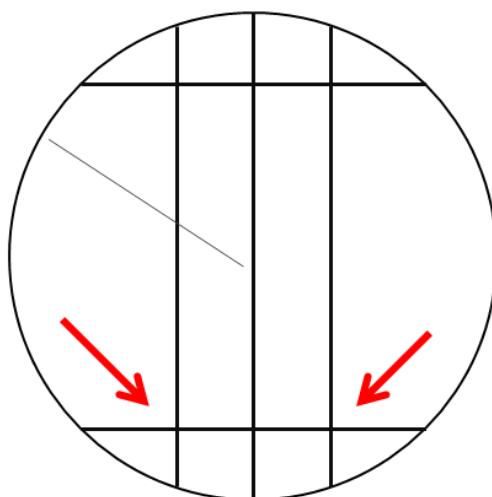
**Gráfico 35. Muestras 2 horas después del vaciado**

#### 5.4.4. Medición

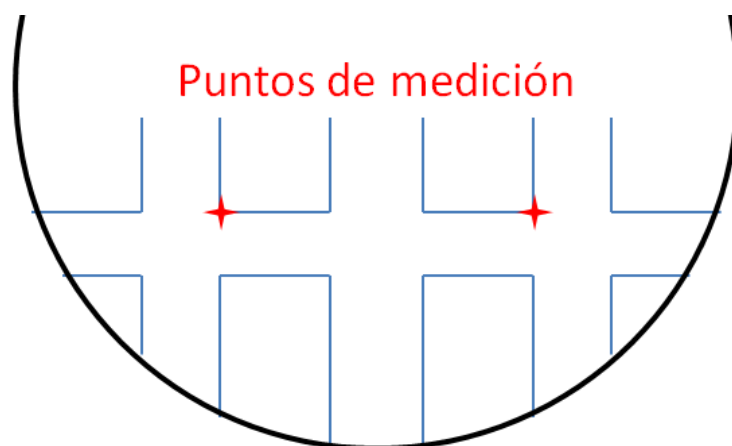
La medición de los cuerpos de prueba se realizó en la Escuela Politécnica del Ejército, específicamente en la facultad de Metrología por medio de un microscopio de herramientas mediante el siguiente proceso:

1. Se diseñó el proceso de medición mediante la ubicación de 2 puntos específicos en el modelo maestro de acero inoxidable entre el cruce de las dos líneas externas y la línea horizontal de un solo lado del dado guiándonos por la línea oblicua del modelo maestro. (gráficos 36 y 37)
2. Se realizó una limpieza y verificación funcional del microscopio de herramientas (gráfico 38)
3. Se procedió a la verificación metrológica con los patrones de caras paralelas y patrones de medida (gráficos 39 y 40)
4. Inspección visual del patrón de referencia inoxidable (gráfico 41)
5. Verificación del proceso de medición realizado
6. Se realizó la medición de cota del patrón de referencia, diferencia entre líneas
7. Alineación de la línea de referencia horizontal del ocular ISO2 con las líneas de referencia del patrón y muestras para obtener un paralelismo al momento de medir y deslizar el ocular en los ejes X.
8. Se realizaron 10 mediciones longitudinales entre líneas del patrón y las muestras
9. Los promedios obtenidos de las medidas del patrón fueron las medidas de referencia para comparar con los promedios de las muestras

10. Con similar procedimiento aplicado al patrón se realizara la medición longitudinal de los 8 grupos de 10 muestras, tomando en cuenta los puntos intermedios de las líneas externas (gráficos 42, 43 y 44)



**Gráfico 36. Diseño del proceso de medición**



**Gráfico 37. Ubicación de los puntos de medición**



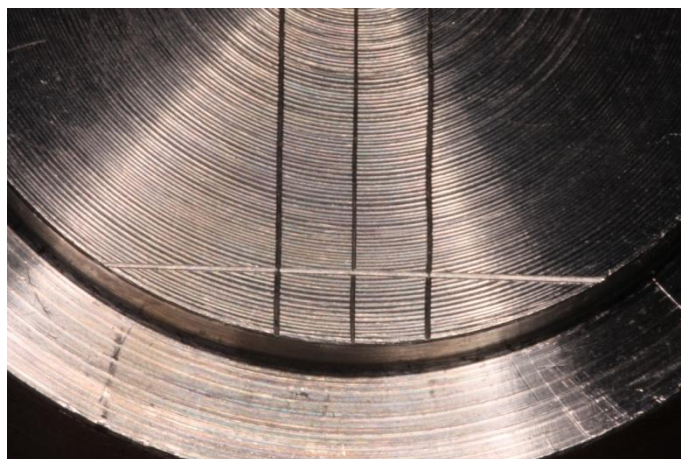
**Gráfico 38. Verificación de funcionamiento del microscopio**



**Gráfico 39. Verificación de patrones en eje X**



**Gráfico 40. Verificación de patrones en eje Y**



**Gráfico 41. Inspección del patrón de Acero**



**Gráfico 42. Visualización de cuerpos de prueba**



**Gráfico 43. Paralelización y medición de cuerpos de prueba**



**Gráfico 44. Universo de muestras medidas**

#### **5.4.5. Recolección de datos**

Los datos obtenidos tanto del modelo maestro como las de cada una de las muestras serán ordenadas en cuadros para comparar sus promedios y estadísticamente ordenar los

resultados para categorizar a los grupos de muestras según el grado de compatibilidad que estos muestren en relación con los datos obtenidos del modelo maestro de acero inoxidable.

Tanto el modelo maestro de acero inoxidable como los grupos de muestras de yeso tendrán un cuadro y una gráfica específica para cada uno de ellos en el que se mostrara cada una de las mediciones, además de la sumatoria de las mismas, promedio, error absoluto, porcentaje de error, desviación estándar, desviación promedia, y los límites máximo y mínimo de desviación para conjuntamente con estos valores y datos recolectados realizar la comparación y análisis estadístico de las muestras analizadas.

## **6. RESULTADOS**

El promedio de las 10 mediciones del modelo maestro dio un resultado de 4,694 micras, manteniéndose los valores de las mediciones dentro de los límites máximo y mínimo para validar las mediciones, valor ante el cual se compararon los promedios de los grupos de muestras para la obtención del porcentaje de error de cada una de ellas. (tabla 2, gráfico 45)

Todas las muestras de todos los grupos evaluados se mantuvieron dentro de los límites máximo y mínimo en cuanto a sus mediciones, por lo que todas fueron aceptadas para la evaluación estadística del caso, tomándose en cuenta que si alguna de ellas superaba dichos límites sería descartada del análisis estadístico. ( gráficos 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53)

Los porcentajes de error de cada uno de los grupos de muestras (tablas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) de menor a mayor en comparación con los datos obtenidos del modelo maestro (tabla 2) fueron:

- grupo 4: 0,87%
- grupo 1: 1,02%
- grupo 6: 1,02%
- grupo 8: 1,12%
- grupo 5: 1,14%
- grupo 7: 1,18%
- grupo 2: 1,36%
- grupo 3: 2,47%

Los mejores resultados estadísticos de compatibilidad en cuanto a porcentaje de error lo mantiene el grupo 4 conformado por HydroXtreme y Silky Rock con un 0,87%. (gráficos 49 y 54; tablas 6 y 11)

Los peores resultados estadísticos de compatibilidad en cuanto a porcentaje de error lo mantiene el grupo 3 conformado por EliteHD+ y Silky Rock con un 2,47%. (gráficos 48 y 54; tablas 5 y 11)

Los demás grupos se mantuvieron en un promedio de porcentaje de error de entre 1,02% y 1,36% con relación a los datos del patrón de acero, sin haber alcanzado conjuntamente con el grupo valores menores al 1% correspondiente al 99% de eficacia de copiado y estabilidad dimensional.



## 6.1. Resultados del patrón de acero inoxidable

### MEDIDAS PATRÓN DE REFERENCIA "ACERO"

| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 14,043                               | 18,736            | 4,693                 |
| 2                | 14,042                               | 18,733            | 4,691                 |
| 3                | 14,042                               | 18,735            | 4,693                 |
| 4                | 14,040                               | 18,737            | 4,697                 |
| 5                | 14,042                               | 18,740            | 4,698                 |
| 6                | 14,044                               | 18,732            | 4,688                 |
| 7                | 14,040                               | 18,733            | 4,693                 |
| 8                | 14,042                               | 18,739            | 4,697                 |
| 9                | 14,043                               | 18,737            | 4,694                 |
| 10               | 14,042                               | 18,739            | 4,697                 |
| $\Sigma$         |                                      |                   | 46,941                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,694                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,0025                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 0,05%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,003                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,003                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 4,704                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,685                 |

Tabla 2. Medidas del patrón de referencia de acero

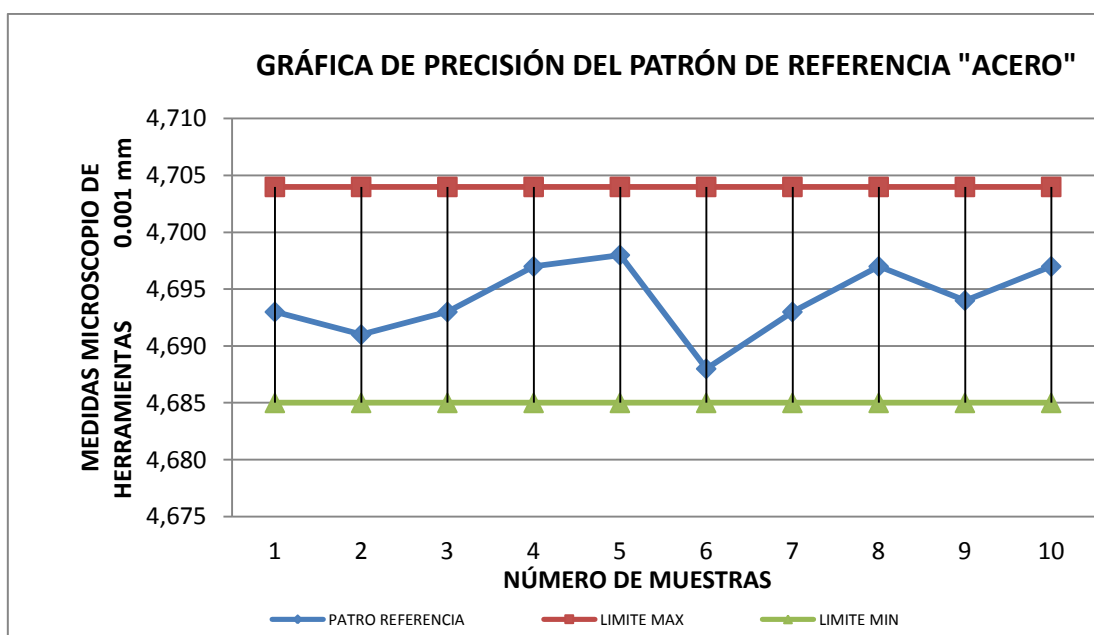


Gráfico 45. Gráfica de precisión del patrón de referencia de acero

## 6.2. Resultados del grupo 1 Examix GC & Silky Rock.

### MEDIDAS MUESTRA GC - SILKY

| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 13,039                               | 17,794            | 4,755                 |
| 2                | 17,679                               | 22,424            | 4,745                 |
| 3                | 14,748                               | 19,511            | 4,763                 |
| 4                | 13,367                               | 18,089            | 4,722                 |
| 5                | 14,919                               | 19,682            | 4,763                 |
| 6                | 17,036                               | 21,772            | 4,736                 |
| 7                | 15,316                               | 20,061            | 4,745                 |
| 8                | 16,700                               | 21,421            | 4,721                 |
| 9                | 15,719                               | 20,475            | 4,756                 |
| 10               | 20,356                               | 25,069            | 4,713                 |
| <b>Σ</b>         |                                      |                   | 47,419                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,742                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,0479                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 1,02%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,018                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,015                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 4,797                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,687                 |

Tabla 3. Medidas de grupo 1

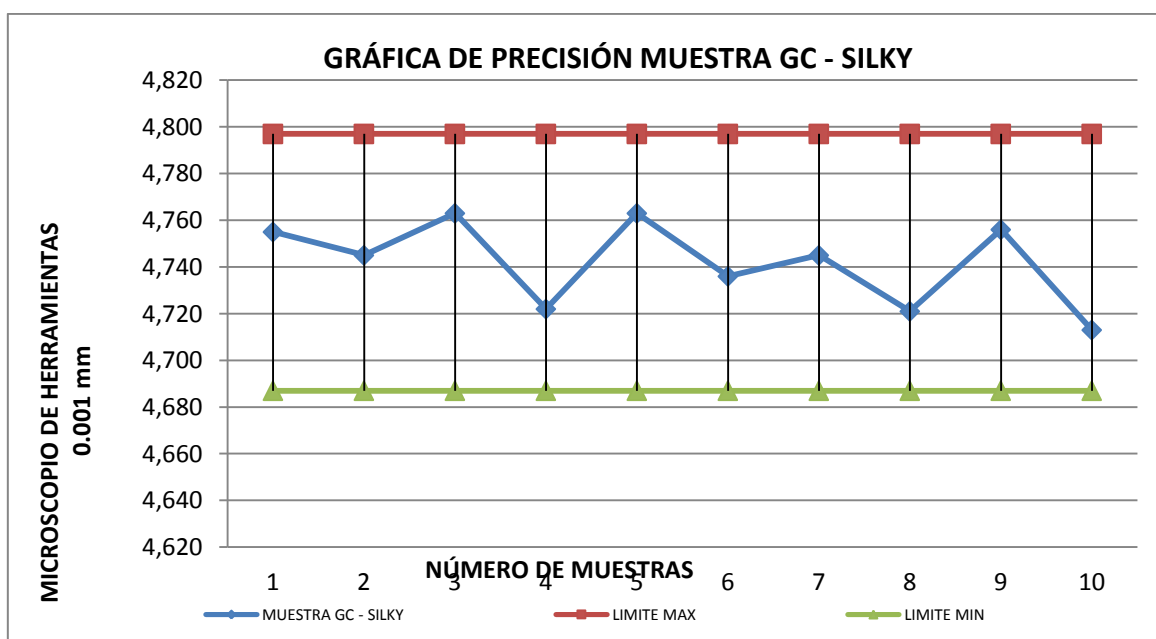


Gráfico 46. Gráfica de precisión grupo 1

### 6.3. Resultados del grupo 2 Express XT 3M & Silky Rock

#### MEDIDAS MUESTRA 3M – SILKY

| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 14,664                               | 19,402            | 4,738                 |
| 2                | 16,478                               | 21,206            | 4,728                 |
| 3                | 4,301                                | 9,073             | 4,772                 |
| 4                | 7,751                                | 12,489            | 4,738                 |
| 5                | 12,557                               | 17,329            | 4,772                 |
| 6                | 12,653                               | 17,396            | 4,743                 |
| 7                | 17,007                               | 21,778            | 4,771                 |
| 8                | 18,901                               | 23,700            | 4,799                 |
| 9                | 9,383                                | 14,129            | 4,746                 |
| 10               | 14,121                               | 18,894            | 4,773                 |
| $\Sigma$         |                                      |                   | 47,580                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,758                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,0640                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 1,36%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,022                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,019                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 4,825                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,691                 |

Tabla 4. Medidas de grupo 2

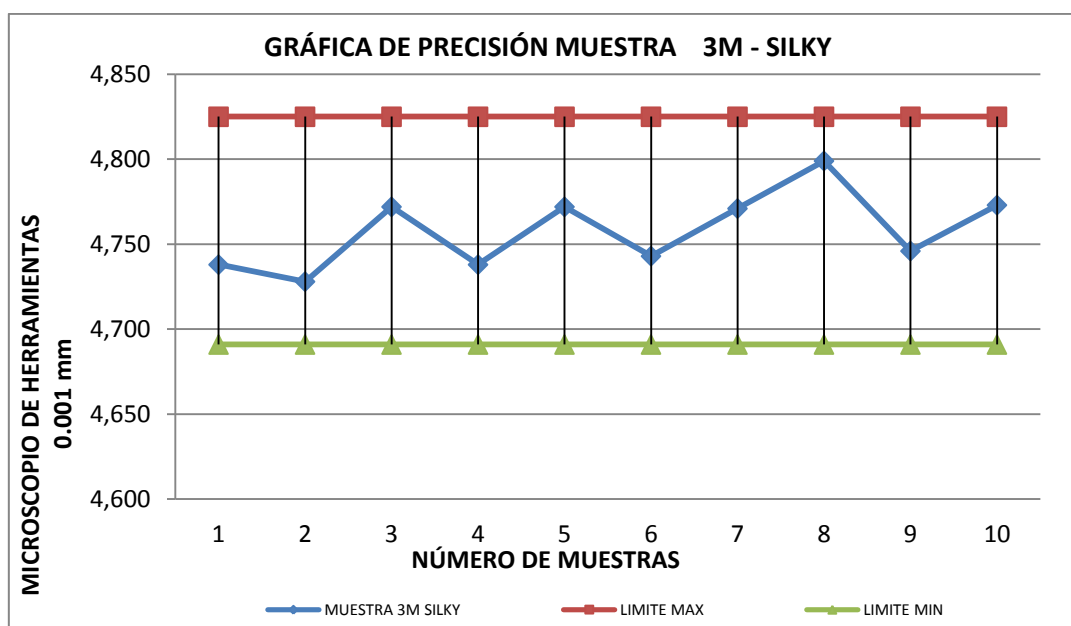


Gráfico 47. Gráfica de precisión de grupo 2

#### 6.4. Resultados del grupo 3 Elite HD+ Zhermack & Silky Rock

##### MEDIDAS MUESTRA ELITE – SILKY

| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 0,252                                | 5,001             | 4,749                 |
| 2                | 5,000                                | 9,729             | 4,729                 |
| 3                | 9,781                                | 14,572            | 4,791                 |
| 4                | 13,051                               | 17,588            | 4,537                 |
| 5                | 17,847                               | 22,301            | 4,454                 |
| 6                | 4,708                                | 9,480             | 4,772                 |
| 7                | 9,481                                | 14,267            | 4,786                 |
| 8                | 14,792                               | 19,599            | 4,807                 |
| 9                | 4,663                                | 9,518             | 4,855                 |
| 10               | 9,519                                | 14,344            | 4,825                 |
| $\Sigma$         |                                      |                   | 47,305                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,731                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,1159                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 2,47%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,130                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,094                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 5,122                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,339                 |

Tabla 5. Medidas de grupo 3

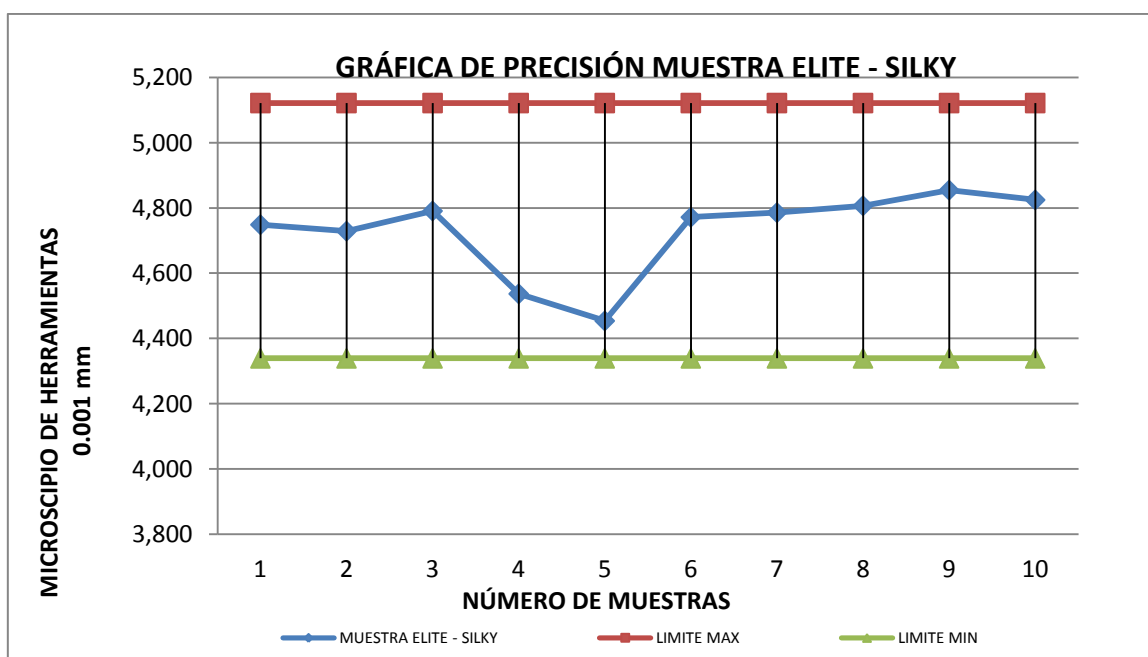


Gráfico 48. Gráfica de precisión grupo 3

## 6.5. Resultados del grupo 4 HydroXteme & Silky Rock

### MEDIDAS MUESTRA HIDRO - SILKY

| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 10,153                               | 14,891            | 4,738                 |
| 2                | 13,728                               | 18,467            | 4,739                 |
| 3                | 12,251                               | 16,989            | 4,738                 |
| 4                | 16,741                               | 21,479            | 4,738                 |
| 5                | 19,109                               | 23,859            | 4,750                 |
| 6                | 12,843                               | 17,558            | 4,715                 |
| 7                | 17,728                               | 22,469            | 4,741                 |
| 8                | 15,119                               | 19,855            | 4,736                 |
| 9                | 15,947                               | 20,679            | 4,732                 |
| 10               | 13,109                               | 17,829            | 4,720                 |
| $\Sigma$         |                                      |                   | 47,347                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,735                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,0407                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 0,87%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,010                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,007                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 4,765                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,704                 |

Tabla 6. Medidas de grupo 4

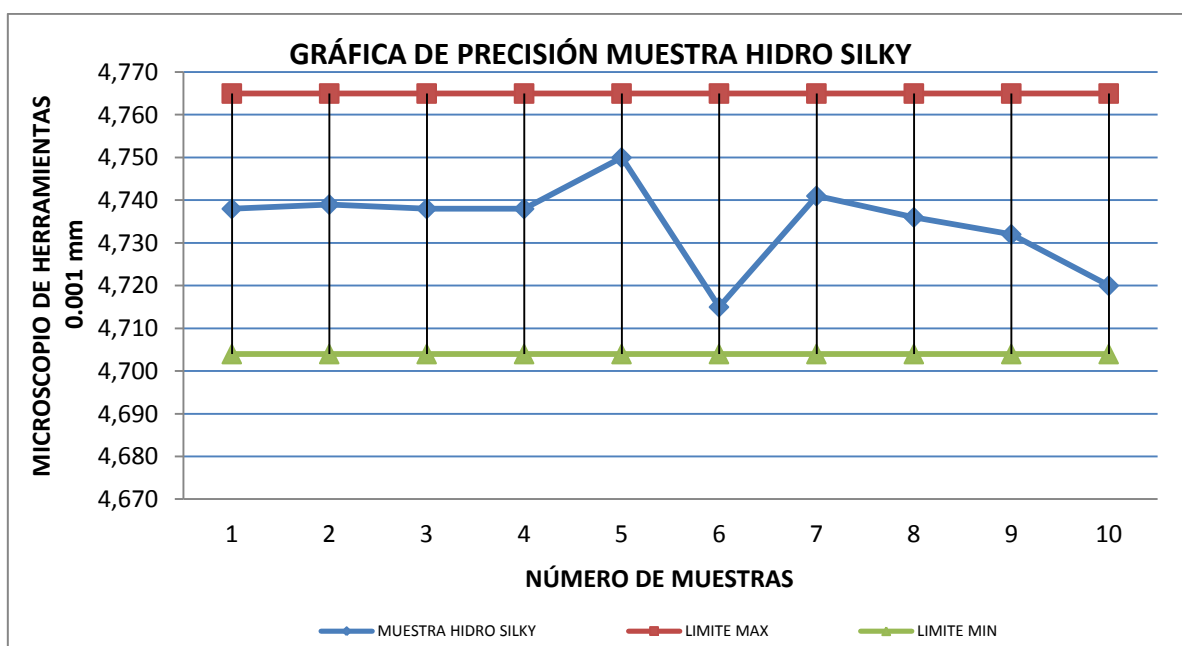


Gráfico 49. Gráfica de precisión de grupo 4

## 6.6. Resultados del grupo 5 Examix GC & Resin Rock

### MEDIDAS MUESTRAS GC - RESIN

| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 10,695                               | 15,438            | 4,743                 |
| 2                | 15,476                               | 20,235            | 4,759                 |
| 3                | 3,298                                | 8,029             | 4,731                 |
| 4                | 7,987                                | 12,743            | 4,756                 |
| 5                | 12,709                               | 17,451            | 4,742                 |
| 6                | 5,569                                | 10,301            | 4,732                 |
| 7                | 10,121                               | 14,882            | 4,761                 |
| 8                | 4,727                                | 9,473             | 4,746                 |
| 9                | 19,383                               | 24,149            | 4,766                 |
| 10               | 0,000                                | 4,739             | 4,739                 |
| $\Sigma$         |                                      |                   | 47,475                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,748                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,0535                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 1,14%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,012                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,010                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 4,784                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,711                 |

Tabla 7. Medidas de grupo 5

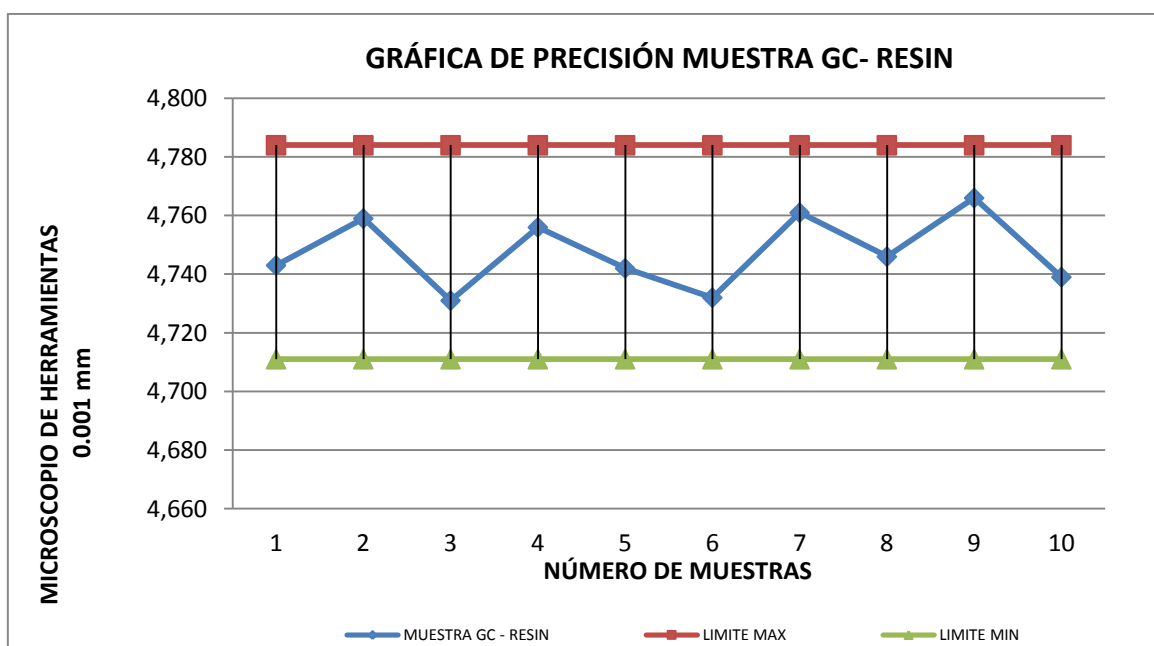


Gráfico 50. Gráfica de precisión de grupo 5

## 6.7. Resultados del grupo 6 Express XT 3M & Resin Rock

### MEDIDAS MUESTRA 3M - RESIN

| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 13,111                               | 17,831            | 4,720                 |
| 2                | 17,835                               | 22,578            | 4,743                 |
| 3                | 11,259                               | 15,993            | 4,734                 |
| 4                | 15,893                               | 20,652            | 4,759                 |
| 5                | 12,138                               | 16,897            | 4,759                 |
| 6                | 16,892                               | 21,637            | 4,745                 |
| 7                | 5,651                                | 10,390            | 4,739                 |
| 8                | 10,401                               | 15,133            | 4,732                 |
| 9                | 15,135                               | 19,873            | 4,738                 |
| 10               | 6,471                                | 11,219            | 4,748                 |
| $\Sigma$         |                                      |                   | 47,417                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,742                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,0477                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 1,02%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,012                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,009                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 4,778                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,706                 |

Tabla 8. Medidas de grupo 6

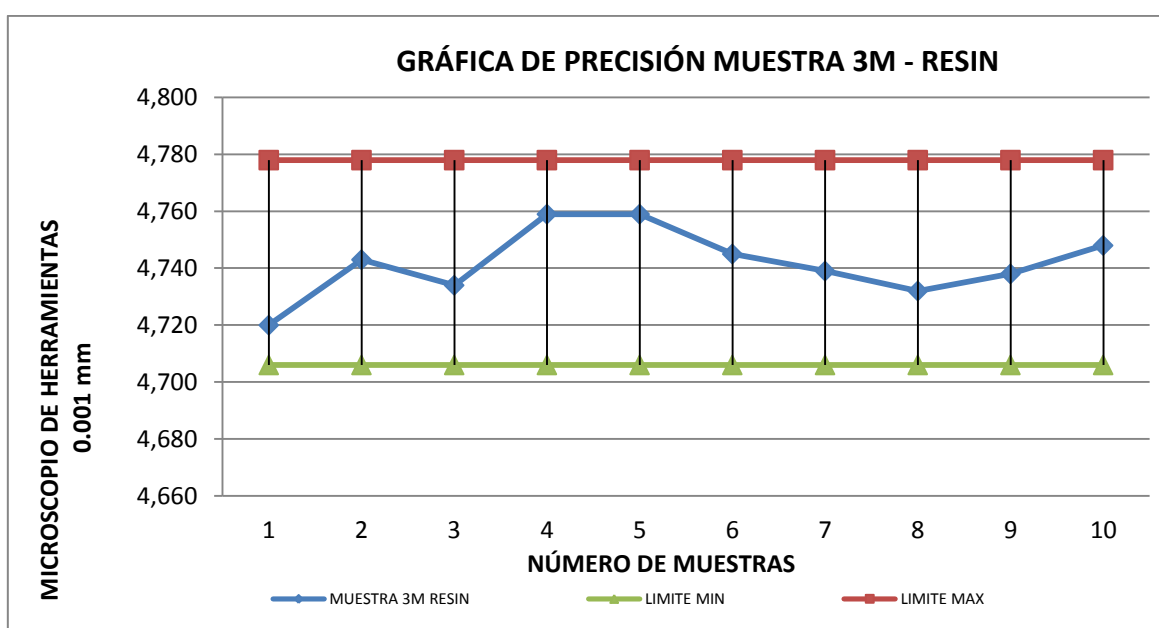


Gráfico 51. Gráfica de precisión de grupo 6

## 6.8. Resultados del grupo 7 Elite HD+ Zhermack & Resin Rock

### MEDIDAS MUESTRA ELITE - RESIN ROCK

| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 10,692                               | 15,427            | 4,735                 |
| 2                | 15,435                               | 20,258            | 4,823                 |
| 3                | 5,910                                | 10,685            | 4,775                 |
| 4                | 0,896                                | 5,612             | 4,716                 |
| 5                | 10,266                               | 14,990            | 4,724                 |
| 6                | 10,658                               | 15,398            | 4,740                 |
| 7                | 15,219                               | 19,951            | 4,732                 |
| 8                | 7,943                                | 12,692            | 4,749                 |
| 9                | 12,665                               | 17,416            | 4,751                 |
| 10               | 17,531                               | 22,282            | 4,751                 |
| $\Sigma$         |                                      |                   | 47,496                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,750                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,0556                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 1,18%                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,022                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,031                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 4,841                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,658                 |

Tabla 9. Medidas de grupo 7

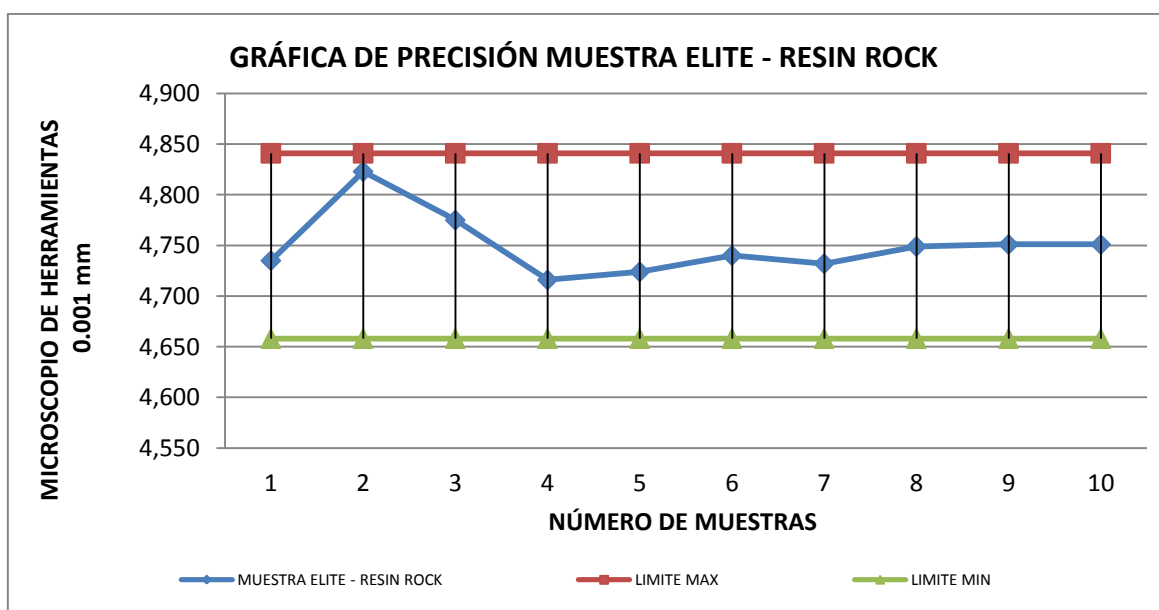


Gráfico 52. Gráfica de precisión de grupo 7



## 6.9. Resultados del grupo 8 HydroXtreme & Resin Rock

### MEDIDAS MUESTRA HIDRO - RESIN

| MUESTRA No.                | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|----------------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                            | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                          | 11,220                               | 15,957            | 4,737                 |
| 2                          | 4,253                                | 9,011             | 4,758                 |
| 3                          | 8,710                                | 13,490            | 4,780                 |
| 4                          | 13,862                               | 18,619            | 4,757                 |
| 5                          | 2,655                                | 7,383             | 4,728                 |
| 6                          | 7,382                                | 12,122            | 4,740                 |
| 7                          | 12,122                               | 16,889            | 4,767                 |
| 8                          | 16,903                               | 21,625            | 4,722                 |
| 9                          | 1,173                                | 5,937             | 4,764                 |
| 10                         | 5,961                                | 10,676            | 4,715                 |
| <b><math>\Sigma</math></b> |                                      |                   | 47,468                |
| PROMEDIO                   |                                      |                   | 4,747                 |
| ERROR ABSOLUTO             |                                      |                   | 0,0528                |
| PORCENTAJE ERROR           |                                      |                   | 1,12%                 |
| DESV STD                   |                                      |                   | 0,021                 |
| DESV PROMEDIA              |                                      |                   | 0,018                 |
| LÍMITE MÁX                 |                                      |                   | 4,811                 |
| LÍMITE MÍN                 |                                      |                   | 4,682                 |

Tabla 10. Medidas de grupo 8

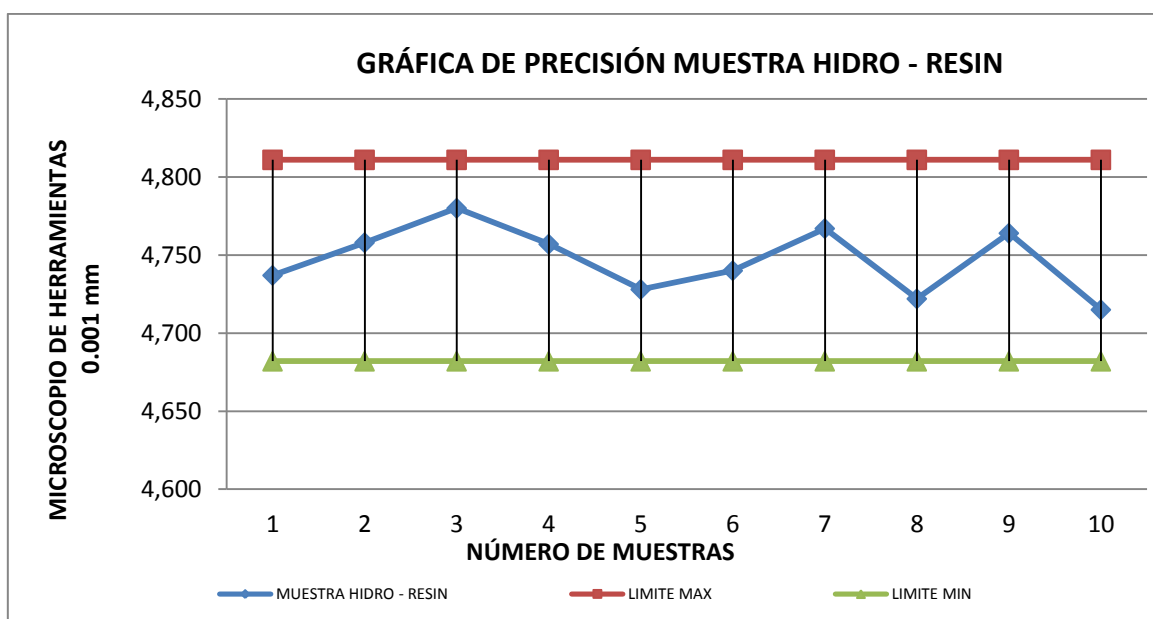


Gráfico 53. Gráfica de precisión de grupo 8

## 6.10. Resultados de Conjunto de muestras de yeso Silky Rock

TABLA DE DATOS DEL PATRÓN VS MUESTRA SILKY

| M1 | PATRÓN DE ACERO |       |        |       | MUESTRA SILKY |       |       |       |
|----|-----------------|-------|--------|-------|---------------|-------|-------|-------|
|    | MEDICION        | MAX   | MEDIA  | MIN   | 3M            | ELITE | GC    | HIDRO |
| 1  | 4,693           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,738         | 4,749 | 4,755 | 4,738 |
| 2  | 4,691           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,728         | 4,729 | 4,745 | 4,739 |
| 3  | 4,693           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,772         | 4,791 | 4,763 | 4,738 |
| 4  | 4,697           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,738         | 4,537 | 4,722 | 4,738 |
| 5  | 4,698           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,772         | 4,454 | 4,763 | 4,75  |
| 6  | 4,688           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,743         | 4,772 | 4,736 | 4,715 |
| 7  | 4,693           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,771         | 4,786 | 4,745 | 4,741 |
| 8  | 4,697           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,799         | 4,807 | 4,721 | 4,736 |
| 9  | 4,694           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,746         | 4,855 | 4,756 | 4,732 |
| 10 | 4,697           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,773         | 4,825 | 4,713 | 4,72  |

Tabla 11. Resultados comparativos entre patrón de acero y grupos 1, 2, 3 y 4

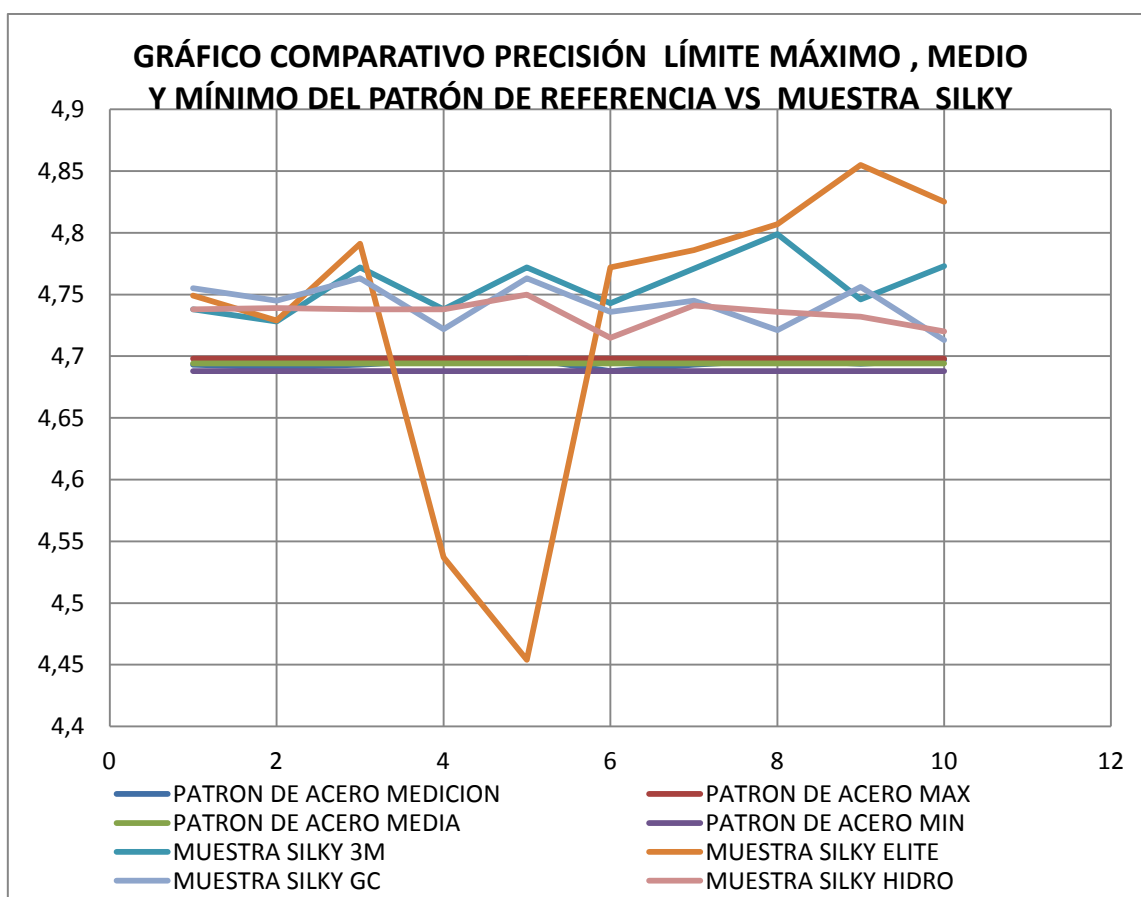


Gráfico 54. Gráfico de precisión comparativo entre patrón de acero y grupos 1, 2, 3 y

## 6.11. Resultados de Conjunto de muestras de yeso Resin Rock

TABLA DE DATOS DEL PATRÓN VS MUESTRA RESIN

| M1 | PATRÓN DE ACERO |       |        |       | MUESTRA RESIN |       |       |       |
|----|-----------------|-------|--------|-------|---------------|-------|-------|-------|
|    | MEDICION        | MAX   | MEDIA  | MIN   | 3M            | ELITE | GC    | HIDRO |
| 1  | 4,693           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,72          | 4,735 | 4,743 | 4,737 |
| 2  | 4,691           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,743         | 4,823 | 4,759 | 4,758 |
| 3  | 4,693           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,734         | 4,775 | 4,731 | 4,78  |
| 4  | 4,697           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,759         | 4,716 | 4,756 | 4,757 |
| 5  | 4,698           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,759         | 4,724 | 4,742 | 4,728 |
| 6  | 4,688           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,745         | 4,74  | 4,732 | 4,74  |
| 7  | 4,693           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,739         | 4,732 | 4,761 | 4,767 |
| 8  | 4,697           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,732         | 4,749 | 4,746 | 4,722 |
| 9  | 4,694           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,738         | 4,751 | 4,766 | 4,764 |
| 10 | 4,697           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,748         | 4,751 | 4,739 | 4,715 |

Tabla 12. Resultados comparativos entre patrón de acero y grupos 5, 6, 7 y 8

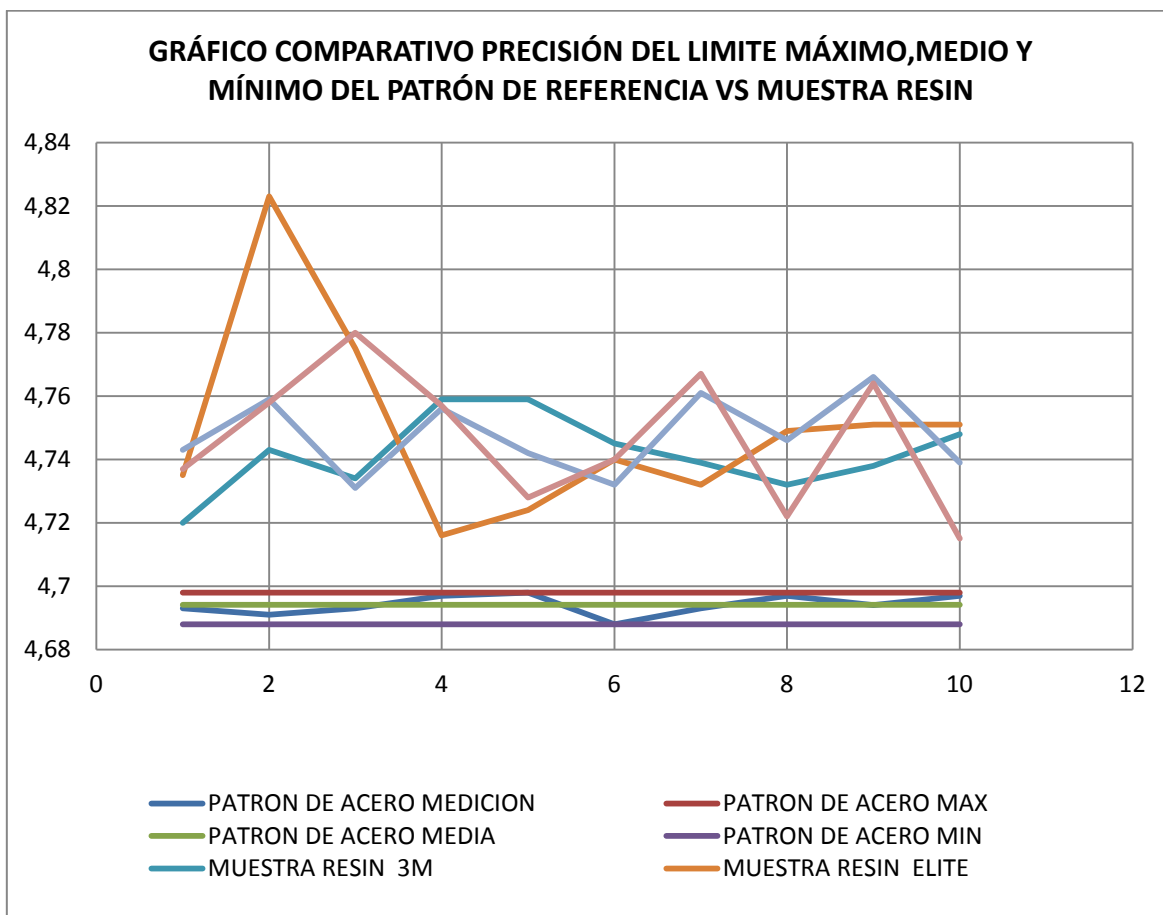


Gráfico 55. Gráfico de precisión comparativo entre patrón de acero y grupos 5, 6, 7 y 8

## 7. DISCUSIÓN

La hipótesis nula de que todas las siliconas evaluadas en este estudio, son compatibles en su totalidad con los yesos evaluados y en conjunto superan el 99% en cuanto a estabilidad dimensional y eficacia de copiado queda rechazada ya que tan solo una combinación de materiales supero el 99% de eficacia, y los demás materiales utilizados no reaccionaron de igual forma al combinarlos con los 2 marcas de yeso tipo IV utilizados en este estudio, lo cual tiene gran importancia ya que clínicamente esto resultaría un modelo de yeso deficiente y por lo tanto una restauración que no se adaptara con exactitud a las estructuras dentales preparadas.

En este estudio se realizó la medición de 2 determinados puntos en el dado de acero calificado por la ADA, a diferencia del estudio realizado por Butta y colaboradores en 2005, en el cual se mide la profundidad de los surcos utilizando el mismo dado para medir la compatibilidad que poseen las siliconas de adición con los yesos tipo IV; en el presente estudio se optó por evaluar de esta manera los cuerpos de prueba y el modelo maestro de acero ya que todos los materiales fueron capaces de copiar en profundidad las líneas marcadas en el modelo maestro, y se intentó evaluar no solo la compatibilidad en cuanto a copiado sino también tomando en cuenta la estabilidad dimensional de los cuerpos de prueba comparados con el modelo inicial.

Todos los grupos de combinaciones fueron capaces de reproducir los puntos base para la medición al microscopio de herramientas teniendo diferencias al momento de la medición entre todos ellos.

En base al estudio realizado la mejor combinación de materiales fue la del grupo 4 (HydroXtreme & Silky Rock) obteniendo un porcentaje de error de tan solo un 0,87%

traduciendo esto como una eficacia de copiado de un 99,13%, siendo este el único grupo que cumplió con la hipótesis de superar el 99% en cuanto a la eficacia de copiado.

Por otro lado en base a este estudio la combinación con el resultado que más se acercó al 99% planteado en la hipótesis fue la del grupo 1 (Examix GC & Silky Rock) con un porcentaje de error absoluto de 1,02% lo cual se traduce en un 98,98% de eficacia de copiado.

Todos los demás grupos de siliconas y yesos evaluados en esta investigación no cumplieron con el requisito de la hipótesis planteada de superar el 99% en cuanto a eficacia de copiado (tablas 3, 6, 7, 8, 9 y 10), siendo el grupo 3 (Elite HD+ & Silky Rock) el que obtuvo el porcentaje de error absoluto más alto de 2,47% lo que se traduciría en un 97,53% en cuanto a su eficacia de copiado.

Se optó por utilizar solamente materiales de impresión a base de polivinil siloxano ya que en estudios hechos anteriormente <sup>51, 44, 31</sup> se comprobó que el material de mejores cualidades al momento de realizar impresiones es la silicona de adición siendo superior a otros materiales elastoméricos existentes, pero al ser este el mejor material por si solo es poco lo que se ha estudiado e investigado acerca de su compatibilidad con los materiales de vaciado existentes para saber si las cualidades de copiado de estas siliconas se mantienen aun al momento de ser vaciadas en yeso de diferentes tipos y marcas comerciales; por otro lado los pocos estudios que se han realizado acerca de estos materiales han sido tomando en cuenta marcas comerciales que en su gran mayoría no son comercializadas en Ecuador tanto en el grupo de yesos como de siliconas, por lo que fue de gran privilegio la utilización de los materiales disponibles en nuestro país, para así tener una serie de datos y resultados palpables en relación con los materiales manejados localmente tanto por los profesionales odontólogos como por los laboratorios dentales.

En este estudio se consideró aparte de el perfecto copiado de las líneas marcadas en el patrón de acero, la distancia que existía entre 2 puntos específicos de este patrón para realizar las mediciones y así medir desde este punto de vista la compatibilidad manifestada entre los materiales de impresión y vaciado, siendo este método tan solo una de las formas de evaluar la compatibilidad de dichos materiales ya que como lo indica Butta y colaboradores en su estudio realizado en 2005, existen otros factores a ser evaluados al momento de comparar materiales en cuanto a su compatibilidad tales como son la expansión del material al momento de polimerizarse, el ángulo de contacto que este forma, el efecto que se produce en el material de impresión al momento de interactuar con una superficie húmeda como en la cavidad bucal, la resistencia de los materiales a la compresión y al desgarro y la solubilidad de cada yeso tipo IV, son factores y aspectos que deben también ser tomados en cuenta al momento de escoger un material de impresión y un yeso para vaciarlo para obtener resultados clínicos de gran calidad.

El factor más importante de una restauración extra bucal tal como lo menciona Pereira y colaboradores en 2010 es el ajuste de la restauración al momento de ser cementada en boca, lo cual únicamente se puede lograr con la utilización de materiales compatibles entre si y de alta calidad de copiado. Esto sumado a otros factores como son la utilización de hilos retractores lo cual toma tiempo y por lo general la implementación de sustancias químicas que en cierto modo pueden alterar las propiedades de las siliconas de adición o incluso del yeso al momento de vaciar las impresiones, además de lastimar y alterar temporal o permanentemente los tejidos gingivales.

En el estudio realizado por Butta y colaboradores en 2005, en el cual tan solo una combinación de silicona-yeso coincidió con uno de los grupos de nuestra investigación, el cual fue Examix & Silky Rock, se obtuvieron resultados bastante diferenciados en cuanto

al rendimiento de esta combinación, claro esta tomando en cuenta que en el estudio de Butta y colaboradores se midió en base al copiado de la profundidad de las líneas; y en el nuestro en base a distancias entre 2 puntos, esta combinación de materiales obtuvo uno de los mejores resultados con las limitaciones de nuestro estudio realizado, aunque no logró superar la hipótesis planteada, mientras que en el estudio de Butta obtuvo los peores resultados bajo los parámetros de su investigación.

Ragain y colaboradores en el año 2000 utilizaron yeso Resin Rock en un estudio en el que se midió la continuidad de las líneas utilizando el mismo patrón de acero de nuestro estudio, obteniendo resultados bastante favorable en cuanto a este yeso pero en combinación con otra marca comercial de silicona de adición que no se comercializa en Ecuador; dicho autor llega a la conclusión en su estudio realizado de que el uso de polivinil siloxano en combinación con un yeso tipo IV reforzado con resina como el el Resin Rock, tiene excelentes resultados ya que se pueden evitar rajaduras o partiduras en la superficie vaciada. Como lo mencionamos antes a diferencia de este tipo de estudios el nuestro fue dimensional, y el yeso Resin Rock de mostro con una eficacia media podríamos decirlo así siendo superado por Silky Rock pudiendo deberse esto a las marcas comerciales de siliconas de adición utilizadas en nuestro estudio, las cuales no se mostraron compatibles en su totalidad con estos 2 tipos de yesos.

## 8. CONCLUSIONES

Con las limitaciones de este estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

- La mayor fidelidad de copiado de todos los grupos de combinaciones silicona-yeso evaluados en este estudio lo obtuvo la combinación de silicona de adición HydroXtreme en combinación con el yeso Silky Rock reflejando la mayor similitud entre el patrón de acero y el dado de yeso.
- No todas las siliconas y los yesos utilizados para este estudio comparativo con compatibles entre sí mostrando comportamientos diferentes cada combinación en cuanto a la estabilidad dimensional presentada.
- La única combinación silicona-yeso que cumplió con la hipótesis planteada fue HydroXtreme con yeso Silky Rock al tener un porcentaje de eficacia mayor al 99%, seguida por otros grupos que se acercaron al porcentaje indicado pero no lo obtuvieron.
- La combinación de silicona Elite HD+ con yeso Silky Rock demostró los índices de menor compatibilidad dentro de todos los grupos, revelando la mayor cantidad de distorsión al ser comparada con el modelo maestro.



## 9. RECOMENDACIONES

- Siempre leer bien las instrucciones de la casa fabricante en cuanto a la proporción para la mezcla de las siliconas de adición en caso que estas no cuenten con un sistema de auto mezcla para así no alterar las propiedades reológicas del material ni el tiempo de trabajo y polimerización.
- Utilizar siempre las proporciones de agua-polvo brindadas por la casa comercial de cada yeso para así no afectar el tiempo de trabajo de material, el tiempo de fraguado y evitar la presencia de burbujas en el modelo fraguado además de reducir su resistencia nominal.
- Mantener el material de impresión en este caso la silicona de adición dentro de boca durante por lo menos 5 minutos reglamentariamente ya que si se retira el material cuando este no ha polimerizado por completo nuestra impresión podrá deformarse y nuestra restauración final fallara también.
- Es recomendable esperar 1 hora por seguridad antes de vaciar cualquier marca comercial de silicona de adición para así descartar la posible emanación de hidrogeno posterior a la polimerización lo cual podría distorsionar los resultados de nuestros vaciados.
- Analizar bien el tipo y en especial la marca comercial de silicona de adición que utilizamos en la consulta privada averiguando previamente el tipo y la marca comercial de yeso que utiliza el laboratorio dental con el que trabajamos, ya que este material puede no ser del todo compatible con la silicona que vayamos a utilizar.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. **SCHELB E, CAVAZOS E, TROENDLE K, PRIHOA T.** Surface detail reproduction of Type IV dental stones with selected polyvinyl siloxane impression materials. *Quintessence International*. 1991; 22: 51-55.
2. **TAKAHASHI H, FINGER W, KUROKAWA R, FURUKAWA M, KOMATSU M.** Sulcus depth reproduction with polyvinyl siloxane impression material; Effects of hydrophilicity and impression temperature. *Quintessence International*. 2010; 41: 43-50.
3. **BEIER U, GRUNERT I, KULMER S, DUMFAHRT H.** Quality of impressions using hydrophilic polyvinyl siloxane in a clinical study of 249 patients. *The International Journal of Prosthodontics*. 2007; 20: 270-274.
4. **HOYOS A, SODERHOLM K.** Influence of tray rigidity and impression technique on accuracy of polyvinyl siloxane impressions. *The International Journal of Prosthodontics*. 2011; 24: 49-54.
5. **CHEE W, DONOVAN T, KAHN R.** Indirect inhibition of polymerization of a polyvinyl siloxane impression material: a case report. *Quintessence International*. 1991; 22: 133-135.
6. **KARAKAYA S, SENGUN A, OZER F.** Evaluation of internal adaptation in ceramic and composite resin inlays by silicon replica technique. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2005; 32: 448-453.
7. **LAMPE I, MARTON S, HEGEDUS C.** Effect of mixing technique on shrinkage rate of one polyether and two polyvinyl siloxane impression materials. *The International Journal of Prosthodontics*. 2004; 17: 590.

8. **O'MAHONY A, SPENCER P, WILLIAMS K, CORCORAN J.** Effect of 3 medicaments on the dimensional accuracy and surface detail reproduction of polyvinyl siloxane impressions. *Quintessence International*. 2000; 31: 201-206.
9. **SHPACK N, EINY S, BENI L, VARDIMON A.** Assessment of open and incomplete bite correction by incisor overlap and optical density of polyvinyl siloxane bite registration. *European Journal of Orthodontics*. 2006; 28: 166-172.
10. **DOUNIS K, DOUNIS G, DITMYER M, ZIEBERT G.** Accuracy of successive casts for full-arch fixed prostheses. *The International Journal of Prosthodontics*. 2010; 23: 446-449.
11. **PATIL P, CHOWDHARY R, MISHRA S.** Comparison of custom trays and stock trays using polyvinylsiloxane to evaluate linear dimensional accuracy: in an in vitro study. *The journal of Indian Prosthodontic Society*. 2008; 8: 156-161.
12. **BUTTA R, TREDWIN C, NESBIT M, MOLES D.** Type IV gypsum compatibility with five addition-reaction silicone impression materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2005; 93: 540-544.
13. **BURKE T, CRISP R.** Evaluación en el consultorio del manejo de un material de impresión de polivinilo de siloxano de fraguado rápido utilizado en una técnica de cubeta de doble arcada. *Quintessence*. 2003; 16: 459-464.
14. **TAN E, CHAI J, WOZNIAK W.** Working times of elastomeric impression materials according to dimensional stability and detail reproduction. *The International Journal of Prosthodontics*. 1995; 8: 541-547.
15. **McCormick J, ANTONY S, DIAL M, DUNCANSON M, SHILLINGBURG H.** Wettability of elastomeric impression materials: effect of selected surfactants. *The International Journal of Prosthodontics*. 1989; 2: 413-420.

16. **TOLLEY L, CRAIG R.** Viscoelastic properties of elastomeric impression materials: polysulphide, silicone and polyether rubbers. *Journal of Oral Rehabilitation.* 1978; 5: 121-128.
17. **INOUE K, WILSON HJ.** Viscoelastic properties of elastomeric impression materials; Part I. *Journal of Oral Rehabilitation.* 1978; 5: 261-267.
18. **INOUE K, WILSON HJ.** Viscoelastic properties of elastomeric impression materials; Part II. *Journal of Oral Rehabilitation.* (1978) 5, 89-94.
19. **COMBE E, MOSER J.** The rheological characteristics of elastomeric impression materials. *Journal of Dental Research.* 1978; 221-226.
20. **SAUNDERS W, SHARKEY S, SMITH G.** The effect of water temperature on the accuracy of stone casts recovered from addition reaction elastomeric impression materials. *The International Journal of Prosthodontics.* 1990; 3: 577-581.
21. **MELILLI D, RALLO A, CASSARO A, PIZZO G.** The effect of immersion disinfection procedures on dimensional stability of two elastomeric impression materials. *Journal of Oral Science.* 2008; 50: 441-446.
22. **PORTUGAL J, HILL E, LOPEZ L, LEITAO J, ARAUJO P.** The effect of reheating on accuracy of selected elastomeric impression materials. *QDT.* 2000; 180-183.
23. **SANDRIK J, SARNA T.** Temperature of elastomeric impression materials while setting in the mouth. *Journal of Dental Research.* 1980; 59: 1985-1986.
24. **LAWSON N, BURGUESS J, LITAKER M.** Tear strength of five elastomeric impression materials at two setting times and two tearing rates. *Journal of Esthetic Restoration Dentistry.* 2008; 20: 186-193.

25. **WALKER M, RONDEAU M, PETRIE C, TASCA A, WILLIAMS K.** Surface quality and long-term dimensional stability of current elastomeric impression materials after disinfection. *Journal of Prosthodontics*. 2007; 16: 343-351.
26. **KANEHIRA M, FINGER W, KOMATSU M.** Surface detail reproduction with new elastomeric dental impression materials. *Quintessence International*. 2007; 38: 479-488.
27. **EGUSA H, WATAMOTO E, ABE K, KOBAYASHI M, KANEDA Y, ASHIDA S, MATSUMOTO T, YATANI H.** An analysis of the persistent presence of opportunistic pathogens on patient-derived dental impressions and gypsum casts. *The International Journal of Prosthodontics*. 2008; 21: 62-68.
28. **MAHLER D, ASGARZADEH K.** The volumetric contraction of dental gypsum materials on setting. *Journal of Dental Research*. 1953; 32: 354-361.
29. **ABDELAZIZ K, COMBE E, HODGES J.** The wetting of surface-treated silicone impression materials by gypsum mixes containing desinfectants and modifiers. *Journal of Prosthodontics*. 2005; 14: 104-109.
30. **DONNISON J, CHONG M, DOCKING R.** Retardation of gypsum by calcium tartrate. *Journal of Dental Research*. 1963; 42: 587-593.
31. **PEREIRA J, MURATA K, VALLE A, GHIZONI J, SHIRATORI F.** Linear dimensional changes in plaster die models using different elastomeric materials. *Brazilian Oral Research*. 2010; 24: 336-341.
32. **BERG E, NIELSEN O, SKAUG N.** High-level microwave disinfection of dental gypsum casts. *The International Journal of Prosthodontics*. 2005; 18: 520-525.
33. **BERG E, NIELSEN O, SKAUG N.** Efficacy of high level microwave disinfection of dental gypsum casts: the effects of number and weight of casts. *The International Journal of Prosthodontics*. 2007; 20: 463-464.

34. **SHEN C, MOHAMMED H, KAMAR A.** Effect of K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> an CaSO<sub>4</sub> dihydrate solutions on crystallization and strength on gypsum. 1981; 60: 1410-1417.
35. **FAIRHURST C.** Compressive properties of dental gypsum. Journal of Dental Research. 1960; 39: 812-824.
36. **NISSAN J, GROSS M, SHIFMAN A, ASSIF D.** Effect of wash bulk on the accuracy of polyvinyl siloxane putty-wash impressions. Journal of Oral Rehabilitation. 2002; 29: 357-361.
37. **BINDRA B, HEATH J.** Adhesion of elastomeric impression materials to trays. Journal of Oral Rehabilitation. 1997; 24: 63-69.
38. **PEUTZFEDT A, ASMUSSEN E.** Accuracy of alginate and elastomeric impression materials. Scandinavian Journal of Dental Research. 1989; 97: 375-379.
39. **OWEN C.** An investigation into the compatibility of some irreversible hydrocolloid impression materials and dental gypsum products; part I. Journal of Oral Rehabilitation. 1986; 13: 93-103.
40. **OWEN C.** An investigation into the compatibility of some irreversible hydrocolloid impression materials and dental gypsum products; part II. Journal of Oral Rehabilitation. 1986; 13: 147-162.
41. **TAMER N, MOHAMED M, NAHED K, MAHA H.** Evaluation of the precision of three implant transfer impression techniques using two elastomeric impression materials. The International Journal of Prosthodontics. 2010; 23: 525-528.
42. **CHONG Y, SOH G.** Effectiveness of intraoral delivery tips in reducing voids in elastomeric impressions. Quintessence International. 1991; 22: 897-900.
43. **SOH G, CHONG Y.** Determination of an optimal magnification for examining voids in elastomeric impressions. The International Journal of Prosthodontics. 1990; 3: 573-576.

44. **RAGAIN J, GROSKO M, RAJ M, RYAN T, JOHNSTON W.** Detail reproduction, contact angles, and die hardness of elastomeric impression and gypsum die material combinations. *The International Journal of Prosthodontics*. 2000; 13: 214-220.
45. **JENNY T, MUÑOZ C, SCHNELL R, MOORE B, GOODACRE C.** Some effects of cooling and chemical retarders on five elastomeric impression materials. *The International Journal of Prosthodontics*. 1988; 1: 252-258.
46. **JAMANI K, HARRINGTON E, WILSON H.** Rigidity of elastomeric impression materials. *Journal of Oral Rehabilitation*. 1989; 16: 241-248.
47. **McCABE J, ARIKAWA H.** Rheological properties of elastomeric impression materials before and during setting. *Journal of Dental Research*. 1998; 77: 1874-1880.
48. **MICHAIAKIS K, BAKOPOULOU A, HIRAYAMA H, GAREFIS D, GAREFIS P.** Pre- and post-set hydrophilicity of elastomeric impression materials. *Journal of Prosthodontics*. 2007; 16: 238-248.
49. **SALEM N, COMBE E, WATTS D.** Mechanical properties of elastomeric impression materials. *Journal of Oral Rehabilitation*. 1998; 15: 125-132.
50. **CLANCY J, SCANDRETT F, ETTINGER R.** Long-term dimensional stability of three current elastomers. *Journal of Oral Rehabilitation*. 1983; 10: 325-333.
51. **ANUSAVICE K.** *Phillips Ciencia de los Materiales Dentales*. Editorial Elsevier. Edicion 11va. España 2004.
52. **KIMOTO K, TANAKA K, TOYODA M, OCHIAI K.** Indirect latex glove contamination and its inhibitory effect on vinyl polysiloxane polymerization. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2005; 93: 433-438.

53. **RUPP F, GERSTORFER J.** Hidrophilicity of unset and set elastomeric impression materials. *The International Journal of Prosthodontics*. 2010; 23: 552-554.
54. **FINGER W.** Effect of storage time and ambient humidity on accuracy of dental elastomeric impression materials. *Quintessence International*. 1988; 19: 827-832.
55. **CHAI J, PANG I.** A study of the thixotropic property of elastomeric impression materials. *The International Journal of Prosthodontics*. 1994; 7: 155-158.
56. **PAMEIJER C.** A one-step putty-wash impression technique utilizing vinyl polysiloxanes. *Quintessence International*. 1983; 8: 861-863.
57. **RUPP F, AXMANN D, GERSTORFER J.** Effect of relative humidity on the hidrophilicity of unset elastomeric impression materials. *The International Journal of Prosthodontics*. 2008; 21: 69-71.
58. **POWERS J.** Tear strength of five elastomeric impression materials at two setting times and two tearing rates. *Wiley Periodicals Journal Compilations*. 2008; 20: 3.
59. **CHAI J, TAKAHASHI Y, LAUTENSCHLAGER E.** Clinically relevant mechanical properties of elastomeric impression materials. *The International Journal of Prosthodontics*. 1998; 11: 219-223.
60. **HESHMATI R, NAGY W, WIRTH C, DHURU V.** Delayed linear expansion of improved dental stone. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2002; 88: 26-31.
61. **HAGEDORN O.** Yesos Dentales: Tipos y Preparación Correcta. *Quintessence Publicación Internacional de Odontología*. 2006; 19: 542-548.
62. **MILLSTEIN P.** Determining the accuracy of gypsum casts made from type IV dental stone. *Journal of Oral Rehabilitation*. 1992; 19: 239-243.



63. **DUKE P, MOORE B, HAUG S, ANDRES C.** Study of the physical properties of type IV gypsum, resin-containing, and epoxy die materials. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2000; 83: 466-473.

## 11. ANEXOS

### 11.1. Informe Técnico de la Escuela Politécnica del Ejército



# E S P E

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
CAMINO A LA EXCELENCIA

### *INFORME TÉCNICO*

*MEDICIÓN DE LA LONGITUD ENTRE 2 PUNTOS ESPECIFICOS DE LINEAS DE UN PATRÓN DE REFERENCIA DE ACERO INOXIDABLE Y 80 MUESTRAS DE YESO SILKY ROCK Y RESIN ROCK PRODUCTO DEL VACIADO DE IMPRESIONES CON SILICONAS DE ADICION DE CUATRO DIFERENTES CASAS COMERCIALES.*


**1.-OBJETIVO**

Determinar las variaciones dimensionales entre 2 puntos determinados para la medición entre los diferentes grupos de muestras experimentales de yeso comparadas con el modelo Patrón de acero inoxidable para determinar estadísticamente la diferencia longitudinal de los cuerpos analizados.

**2.-EQUIPO SELECCIONADO**


***MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS***

Marca: Carl Zeiss Jena  
 Origen: Alemania  
 Medida longitudinal - Alcance: 0 - 100 mm – Apreciación: 0.001 mm  
 Medida Transversal - Alcance: 0 - 50 mm – Apreciación: 0.001 mm  
 Goniómetro: Alcance: 0° - 360° – Apreciación: 3 minutos  
 Ocular ISO 2: Apreciación: 1 minutos



Y

Campus Politécnico: Av. Gral. Rumiñahui s/n Telf. (593-2) 2334 950+68 / 2338 855  
 Fax: (593-2) 2334 952 Código postal: 171-5-231-B Ecuador  
 Correo electrónico: marketing@espe.edu.ec Página web: www.espe.edu.ec

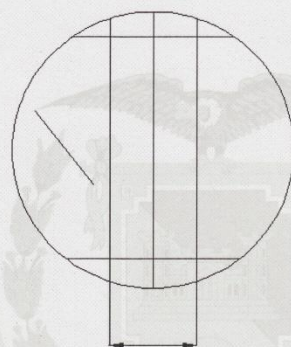




**ESPE**  
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
 CAMINO A LA EXCELENCIA

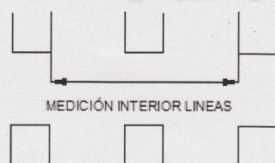
### 3.- METODOLOGÍA

- 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 patrón de referencia inoxidable
- 3.5 Verificación del proceso de medición realizado
- 3.6 Medición de cota del patrón de referencia, distancia entre líneas. figura 1



MEDICIÓN A VERIFICAR

Figura 1



MEDICIÓN INTERIOR LINEAS

Figura 2

- 3.7 Alineación de la línea de referencia horizontal del Ocular ISO 2 con las líneas de referencia del patrón y muestras.
- 3.8 Realización de 10 mediciones longitudinales entre líneas del patrón y las muestras



**ESPE**  
**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
 CAMINO A LA EXCELENCIA

- 3.9 Los promedios obtenidos de las medidas 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 realizara la medición de las muestras 4 Resin Rock y 4 Silky Rock, a cada muestra se realizara 10 mediciones longitudinales de los puntos intermedios de las líneas externas, según figura 2.

#### 4.- ANALISIS DE RESULTADOS

Los resultados se encuentran en los anexos:

1. Procedimiento de medida del modelo de referencia ( Patrón)
2. Medidas de los cuerpos de yeso de los 8 grupos examinados.
3. Tabla y grafico de comparación de la precisión de los limites máximo, medio y mínimos del patrón de referencia con respecto a la muestra Silky.
4. Tabla y grafico de comparación de la precisión de los limites máximo, medio y mínimos del patrón de referencia con respecto a la muestra Resin.

ESPE, Sangolquí, 2011-09-06

*Juan Díaz*  
 ING. JUAN DÍAZ  
 JEFE LABORATORIO



*Edwin Tayupanta*  
 LCDO. EDWIN TAYUPANTA  
 METROLOGO LABORATORISTA

*Marcelo Murillo*  
 ING. MARCELO MURILLO  
 TCRN.C.S.M  
 DIRECTOR DECEM

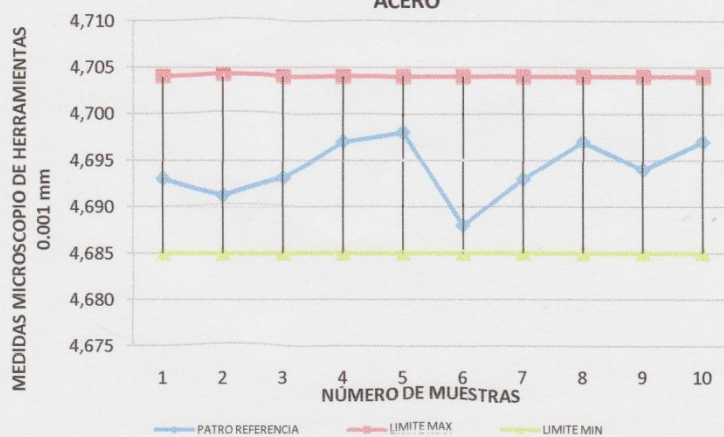


## ANEXO 1

### MEDIDAS PATRON DE REFERENCIA "ACERO"

| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 14,043                               | 18,736            | 4,693                 |
| 2                | 14,042                               | 18,733            | 4,691                 |
| 3                | 14,042                               | 18,735            | 4,693                 |
| 4                | 14,040                               | 18,737            | 4,697                 |
| 5                | 14,042                               | 18,740            | 4,698                 |
| 6                | 14,044                               | 18,732            | 4,688                 |
| 7                | 14,040                               | 18,733            | 4,693                 |
| 8                | 14,042                               | 18,739            | 4,697                 |
| 9                | 14,043                               | 18,737            | 4,694                 |
| 10               | 14,042                               | 18,739            | 4,697                 |
| $\Sigma$         |                                      |                   | 46,941                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,694                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,0025                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 0,05%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,003                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,003                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 4,704                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,685                 |

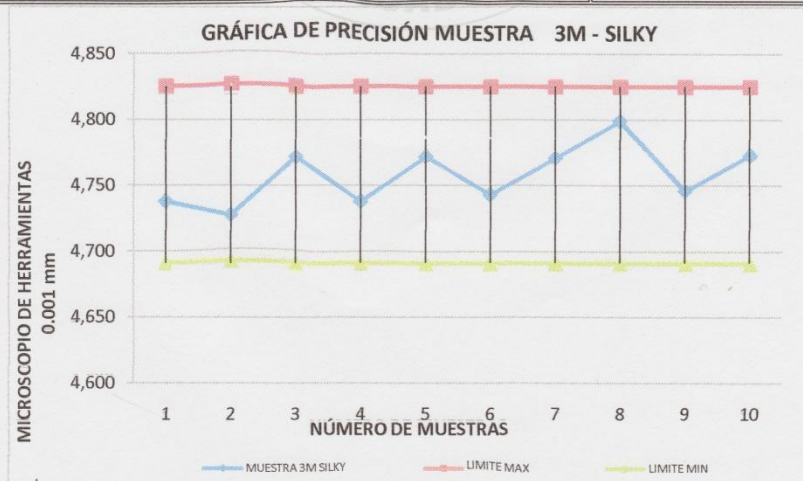
GRÁFICA DE PRECISIÓN DEL PATRÓN DE REFERENCIA "ACERO"



## ANEXO 2

**MEDIDAS MUESTRA 3M - SILKY**

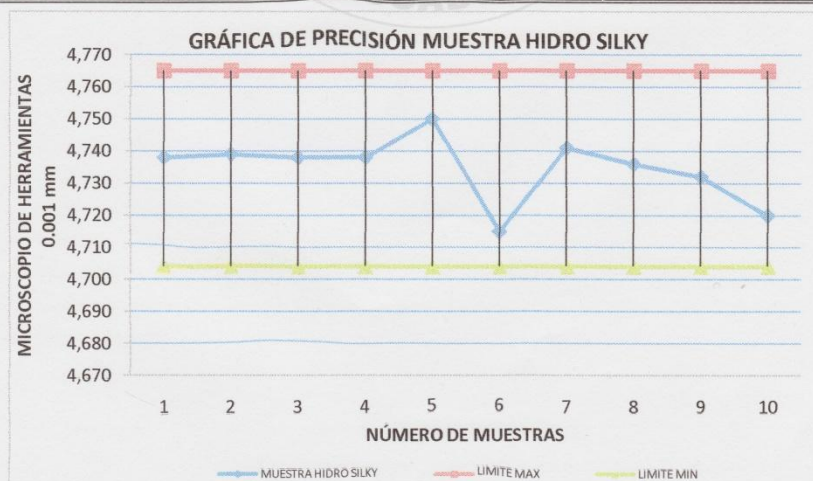
| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 14,664                               | 19,402            | 4,738                 |
| 2                | 16,478                               | 21,206            | 4,728                 |
| 3                | 4,301                                | 9,073             | 4,772                 |
| 4                | 7,751                                | 12,489            | 4,738                 |
| 5                | 12,557                               | 17,329            | 4,772                 |
| 6                | 12,653                               | 17,396            | 4,743                 |
| 7                | 17,007                               | 21,778            | 4,771                 |
| 8                | 18,901                               | 23,700            | 4,799                 |
| 9                | 9,383                                | 14,129            | 4,746                 |
| 10               | 14,121                               | 18,894            | 4,773                 |
| <b>Σ</b>         |                                      |                   | 47,580                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,758                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,0640                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 1,36%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,022                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,019                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 4,825                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,691                 |





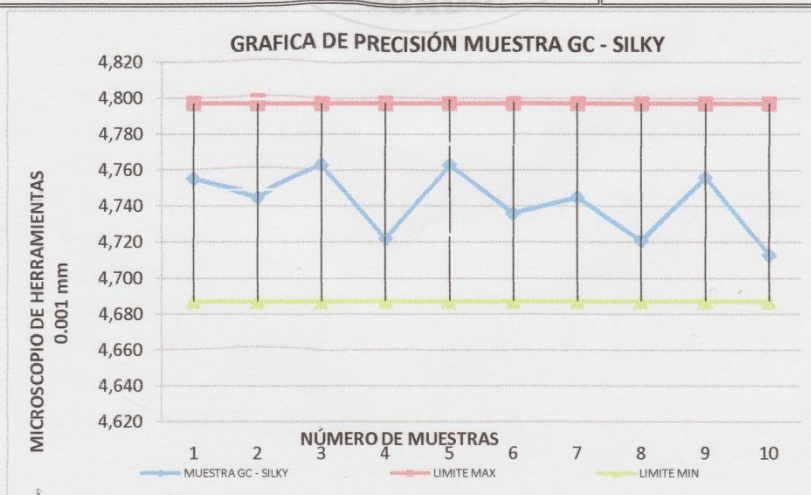
### MEDIDAS MUESTRA HIDRO - SILKY

| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 10,153                               | 14,891            | 4,738                 |
| 2                | 13,728                               | 18,467            | 4,739                 |
| 3                | 12,251                               | 16,989            | 4,738                 |
| 4                | 16,741                               | 21,479            | 4,738                 |
| 5                | 19,109                               | 23,859            | 4,750                 |
| 6                | 12,843                               | 17,558            | 4,715                 |
| 7                | 17,728                               | 22,469            | 4,741                 |
| 8                | 15,119                               | 19,855            | 4,736                 |
| 9                | 15,947                               | 20,679            | 4,732                 |
| 10               | 13,109                               | 17,829            | 4,720                 |
| $\Sigma$         |                                      |                   | 47,347                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,735                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,0407                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 0,87%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,010                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,007                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 4,765                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,704                 |



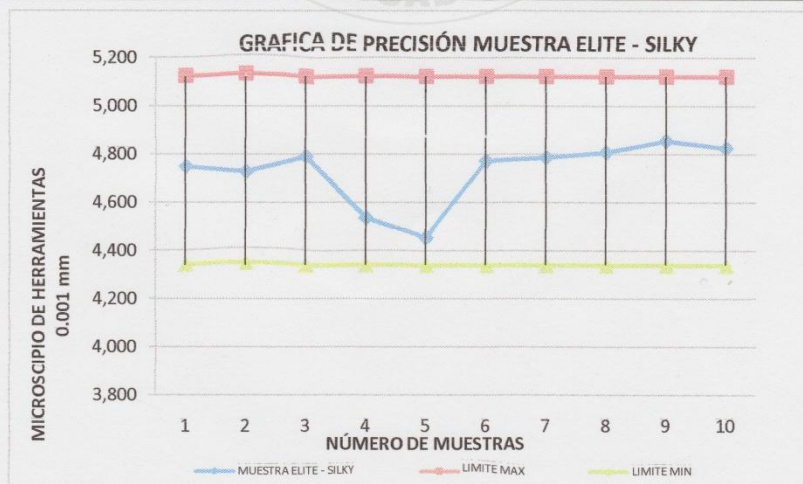
**MEDIDAS MUESTRA GC - SILKY**

| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 13,039                               | 17,794            | 4,755                 |
| 2                | 17,679                               | 22,424            | 4,745                 |
| 3                | 14,748                               | 19,511            | 4,763                 |
| 4                | 13,367                               | 18,089            | 4,722                 |
| 5                | 14,919                               | 19,682            | 4,763                 |
| 6                | 17,036                               | 21,772            | 4,736                 |
| 7                | 15,316                               | 20,061            | 4,745                 |
| 8                | 16,700                               | 21,421            | 4,721                 |
| 9                | 15,719                               | 20,475            | 4,756                 |
| 10               | 20,356                               | 25,069            | 4,713                 |
| <b>Σ</b>         |                                      |                   | 47,419                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,742                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,0479                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 1,02%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,018                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,015                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 4,797                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,687                 |



**MEDIDAS MUESTRA ELITE - SILKY**

| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 0,252                                | 5,001             | 4,749                 |
| 2                | 5,000                                | 9,729             | 4,729                 |
| 3                | 9,781                                | 14,572            | 4,791                 |
| 4                | 13,051                               | 17,588            | 4,537                 |
| 5                | 17,847                               | 22,301            | 4,454                 |
| 6                | 4,708                                | 9,480             | 4,772                 |
| 7                | 9,481                                | 14,267            | 4,786                 |
| 8                | 14,792                               | 19,599            | 4,807                 |
| 9                | 4,663                                | 9,518             | 4,855                 |
| 10               | 9,519                                | 14,344            | 4,825                 |
| <b>Σ</b>         |                                      |                   | 47,305                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,731                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,1159                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 2,47%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,130                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,094                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 5,122                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,339                 |



ANEXO 3



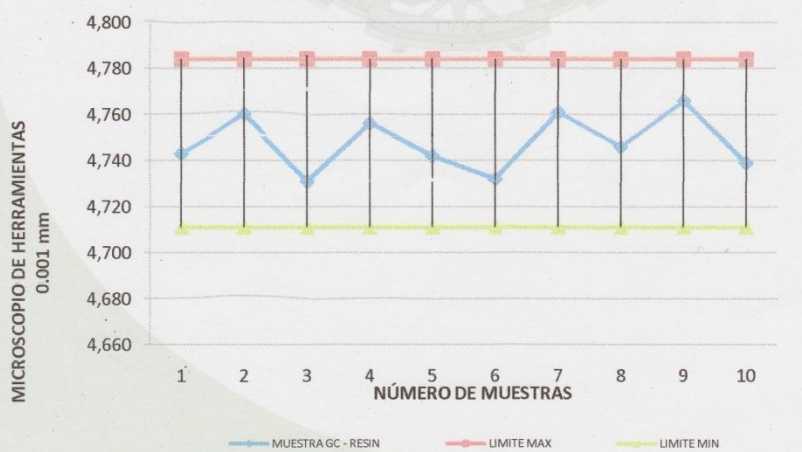
# ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

## MEDIDAS MUESTRAS GC - RESIN

| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 10,695                               | 15,438            | 4,743                 |
| 2                | 15,476                               | 20,235            | 4,759                 |
| 3                | 3,298                                | 8,029             | 4,731                 |
| 4                | 7,987                                | 12,743            | 4,756                 |
| 5                | 12,709                               | 17,451            | 4,742                 |
| 6                | 5,569                                | 10,301            | 4,732                 |
| 7                | 10,121                               | 14,882            | 4,761                 |
| 8                | 4,727                                | 9,473             | 4,746                 |
| 9                | 19,383                               | 24,149            | 4,766                 |
| 10               | 0,000                                | 4,739             | 4,739                 |
| <b>Σ</b>         |                                      |                   | 47,475                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,748                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,0535                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 1,14%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,012                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,010                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 4,784                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,711                 |

## GRAFICA DE PRECISIÓN MUESTRA GC- RESIN



**MEDIDAS MUESTRA HIDRO - RESIN**

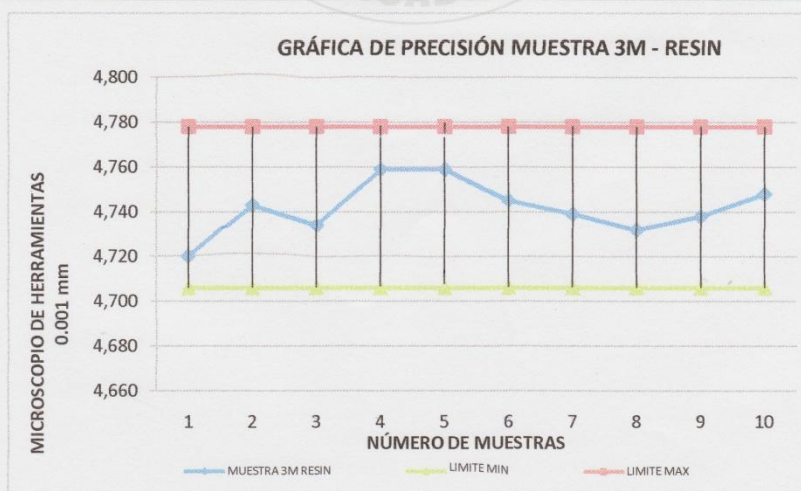
| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 11,220                               | 15,957            | 4,737                 |
| 2                | 4,253                                | 9,011             | 4,758                 |
| 3                | 8,710                                | 13,490            | 4,780                 |
| 4                | 13,862                               | 18,619            | 4,757                 |
| 5                | 2,655                                | 7,383             | 4,728                 |
| 6                | 7,382                                | 12,122            | 4,740                 |
| 7                | 12,122                               | 16,889            | 4,767                 |
| 8                | 16,903                               | 21,625            | 4,722                 |
| 9                | 1,173                                | 5,937             | 4,764                 |
| 10               | 5,961                                | 10,676            | 4,715                 |
| <b>Σ</b>         |                                      |                   | 47,468                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,747                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,0528                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 1,12%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,021                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,018                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 4,811                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,682                 |

**GRAFICA DE PRECISIÓN MUESTRA HIDRO - RESIN**



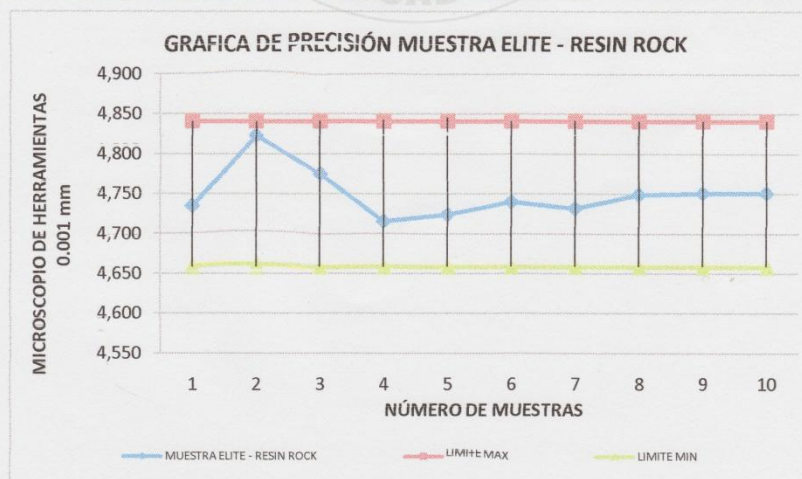
### MEDIDAS MUESTRA 3M - RESIN

| MUESTRA No.      | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                  | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                | 13,111                               | 17,831            | 4,720                 |
| 2                | 17,835                               | 22,578            | 4,743                 |
| 3                | 11,259                               | 15,993            | 4,734                 |
| 4                | 15,893                               | 20,652            | 4,759                 |
| 5                | 12,138                               | 16,897            | 4,759                 |
| 6                | 16,892                               | 21,637            | 4,745                 |
| 7                | 5,651                                | 10,390            | 4,739                 |
| 8                | 10,401                               | 15,133            | 4,732                 |
| 9                | 15,135                               | 19,873            | 4,738                 |
| 10               | 6,471                                | 11,219            | 4,748                 |
| <b>Σ</b>         |                                      |                   | 47,417                |
| PROMEDIO         |                                      |                   | 4,742                 |
| ERROR ABSOLUTO   |                                      |                   | 0,0477                |
| PORCENTAJE ERROR |                                      |                   | 1,02%                 |
| DESV STD         |                                      |                   | 0,012                 |
| DESV PROMEDIA    |                                      |                   | 0,009                 |
| LÍMITE MÁX       |                                      |                   | 4,778                 |
| LÍMITE MÍN       |                                      |                   | 4,706                 |



### MEDIDAS MUESTRA ELITE - RESIN ROCK

| MUESTRA No.                | MICROSCOPIO DE HERRAMIENTAS 0,001 mm |                   |                       |
|----------------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                            | MEDIDA INICIAL (mm)                  | MEDIDA FINAL (mm) | RESULTADO MEDIDA (mm) |
| 1                          | 10,692                               | 15,427            | 4,735                 |
| 2                          | 15,435                               | 20,258            | 4,823                 |
| 3                          | 5,910                                | 10,685            | 4,775                 |
| 4                          | 0,896                                | 5,612             | 4,716                 |
| 5                          | 10,266                               | 14,990            | 4,724                 |
| 6                          | 10,658                               | 15,398            | 4,740                 |
| 7                          | 15,219                               | 19,951            | 4,732                 |
| 8                          | 7,943                                | 12,692            | 4,749                 |
| 9                          | 12,665                               | 17,416            | 4,751                 |
| 10                         | 17,531                               | 22,282            | 4,751                 |
| <b><math>\Sigma</math></b> |                                      |                   | 47,496                |
| PROMEDIO                   |                                      |                   | 4,750                 |
| ERROR ABSOLUTO             |                                      |                   | 0,0556                |
| PORCENTAJE ERROR           |                                      |                   | 1,18%                 |
| DESV PROMEDIA              |                                      |                   | 0,022                 |
| DESV STD                   |                                      |                   | 0,031                 |
| LÍMITE MÁX                 |                                      |                   | 4,841                 |
| LÍMITE MÍN                 |                                      |                   | 4,658                 |





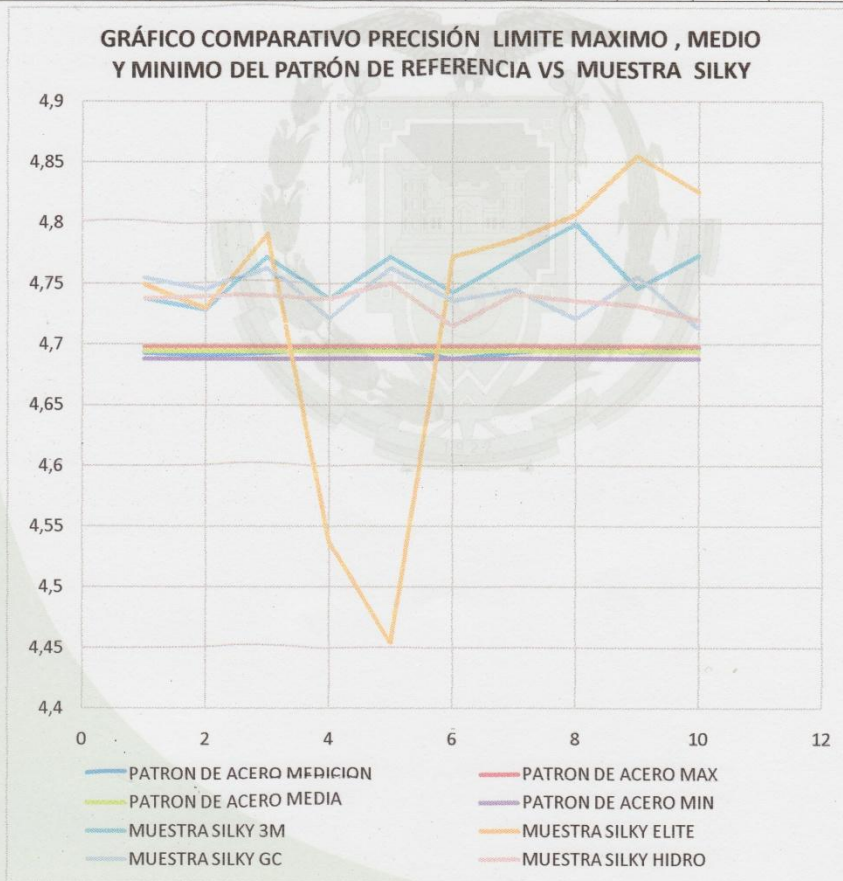
ANEXO 4



**TABLA DE DATOS PATRÓN VS MUESTRA SILKY**

| M1 | PATRON DE ACERO |       |        |       | MUESTRA SILKY |       |       |       |
|----|-----------------|-------|--------|-------|---------------|-------|-------|-------|
|    | MEDICION        | MAX   | MEDIA  | MIN   | 3M            | ELITE | GC    | HIDRO |
| 1  | 4,693           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,738         | 4,749 | 4,755 | 4,738 |
| 2  | 4,691           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,728         | 4,729 | 4,745 | 4,739 |
| 3  | 4,693           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,772         | 4,791 | 4,763 | 4,738 |
| 4  | 4,697           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,738         | 4,537 | 4,722 | 4,738 |
| 5  | 4,698           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,772         | 4,454 | 4,763 | 4,75  |
| 6  | 4,688           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,743         | 4,772 | 4,736 | 4,715 |
| 7  | 4,693           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,771         | 4,786 | 4,745 | 4,741 |
| 8  | 4,697           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,799         | 4,807 | 4,721 | 4,736 |
| 9  | 4,694           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,746         | 4,855 | 4,756 | 4,732 |
| 10 | 4,697           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,773         | 4,825 | 4,713 | 4,72  |

**GRÁFICO COMPARATIVO PRECISIÓN LIMITE MAXIMO , MEDIO Y MINIMO DEL PATRÓN DE REFERENCIA VS MUESTRA SILKY**



*Handwritten signature*

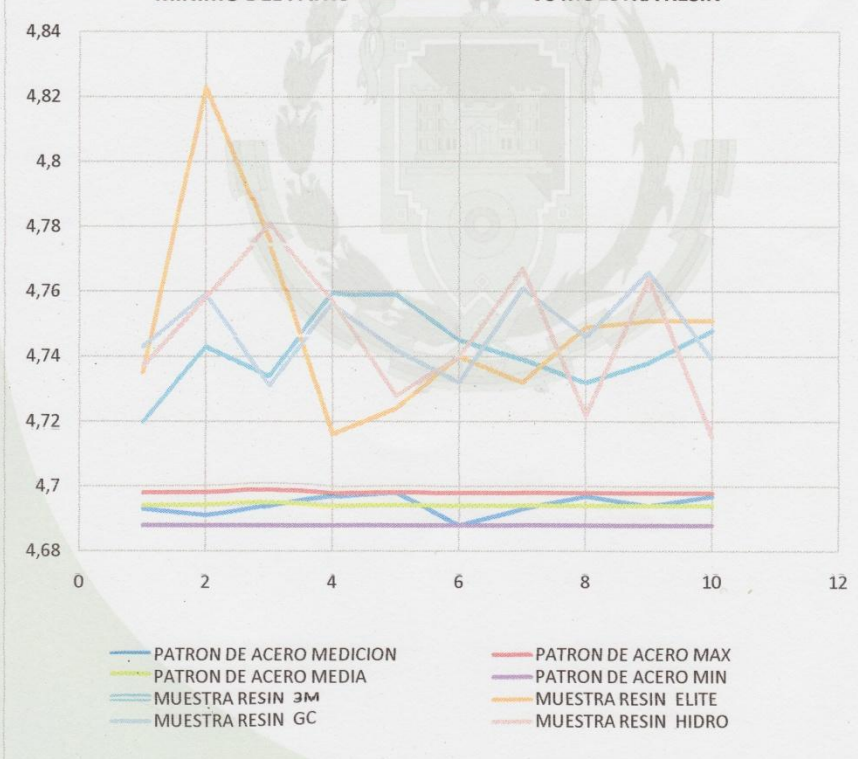




**TABLA DE DATOS DEL PATRÓN VS MUESTRA RESIN**

| M1 | PATRON DE ACERO |       |        |       | MUESTRA RESIN |       |       |       |
|----|-----------------|-------|--------|-------|---------------|-------|-------|-------|
|    | MEDICION        | MAX   | MEDIA  | MIN   | 3M            | ELITE | GC    | HIDRO |
| 1  | 4,693           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,72          | 4,735 | 4,743 | 4,737 |
| 2  | 4,691           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,743         | 4,823 | 4,759 | 4,758 |
| 3  | 4,693           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,734         | 4,775 | 4,731 | 4,78  |
| 4  | 4,697           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,759         | 4,716 | 4,756 | 4,757 |
| 5  | 4,698           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,759         | 4,724 | 4,742 | 4,728 |
| 6  | 4,688           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,745         | 4,74  | 4,732 | 4,74  |
| 7  | 4,693           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,739         | 4,732 | 4,761 | 4,767 |
| 8  | 4,697           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,732         | 4,749 | 4,746 | 4,722 |
| 9  | 4,694           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,738         | 4,751 | 4,766 | 4,764 |
| 10 | 4,697           | 4,698 | 4,6941 | 4,688 | 4,748         | 4,751 | 4,739 | 4,715 |

**GRÁFICO COMPARATIVO PRECISIÓN DEL LIMITE MAXIMO, MEDIO Y MINIMO DEL PATRÓN DE REFERENCIA VS MUESTRA RESIN**



*Handwritten signature*

