UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE SALUD HUMANA

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

Título

"Evaluación de la Resistencia adhesiva entre una resina compuesta y un Compómero utilizado como Liner, estudio in vitro desarrollado en el periodo Octubre Marzo 2017-2018 en la Universidad Nacional de Loja."

Tesis previa la obtención del título de Odontólogo

AUTOR: Katty Michelle Ojeda Guaicha

DIRECTORA: Odt. Jhoanna Alexandra Riofrío Herrera Esp.

LOJA ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN

Odt. Jhoanna Alexandra Riofrío Herrera Esp.

DIRECTORA DE TESIS.

Certifico que este trabajo de Tesis titulado **"Evaluación de la Resistencia adhesiva entre una resina compuesta y un Compómero utilizado como Liner, estudio in vitro desarrollado en el periodo Octubre Marzo 2017-2018 en la Universidad Nacional de Loja**", ha sido dirigido, asesorado supervisado, realizado bajo mi dirección en todo su desarrollo y al haber cumplido con los requisitos establecidos por la Universidad Nacional de Loja, dejo constancia de que es original de la Srta. Katty Michelle Ojeda Guaicha previo a la obtención del título de Odontólogo.

Loja, 17 de Octubre de 2018
Atentamente,

Odont. Jhoanna Alexandra Riofrío Herrera Esp.

Directora de Tesis

AUTORÍA

Yo, Katty Michelle Ojeda Guaicha, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y dispenso claramente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Igualmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Katty Michelle Ojeda Guaicha

Firma:

Cédula: 1104115868

Fecha: Loja, 17 de Octubre del 2018

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo Katty Michelle Ojeda Guaicha, autora del trabajo de investigación, "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ADHESIVA ENTRE UNA RESINA COMPUESTA Y UN COMPÓMERO UTILIZADO COMO LINER, ESTUDIO IN VITRO DESARROLLADO EN EL PERIODO OCTUBRE MARZO 2017-2018 EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA" autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de su visibilidad del contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional. Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de investigación en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Nacional de Loja.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 17 días del mes de octubre, del dos mil dieciocho, firma el autor.

Firma:

Autora: Katty Michelle Ojeda Guaicha

C.I. 1104115868

Dir. Loja **E-mail:** kattmich95@gmail.com

Teléfono: 072110562 **Celular**: 0984823469

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora de Tesis: Odont. Jhoanna Alexandra Riofrío Herrera Esp.
Tribunal de Grado: Presidenta: Odont. Tannya Lucila Valarezo Bravo Esp.
Vocal: Dra. Darlen Díaz Pérez. Mg. Sc.
Vocal. Odont. Diana Ivanova Gahona Carrión Esp.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mis padres Consuelo y Victoriano, y hermanos Mauricio, Daniel y Camila que siempre me apoyaron, con su paciencia comprensión y amor, mi esfuerzo y sacrificio es gracias a ellos.

A mis compañeros de clases especialmente Sheyla, Taty, Thalya, Gina y Katherine por los momentos de alegría y enseñanza que hemos compartido.

Y a mi querido enamorado Adrián por el apoyo y cariño para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Universidad Nacional de Loja, mis profesores quienes contribuyeron en la formación profesional y humanística, quienes no solo me han ayudado a llegar ha ser profesional sino a aprender de mis errores y seguir adelante sin amilanarse, y especialmente quisiera dar las gracias a la Dra. Jhoanna Riofrío, por haber compartido generosamente su tiempo y conocimiento, a lo largo de la investigación.

Quiero expresar mi gratitud y reconocimiento a mis queridos padres y hermanos y mi enamorado, por su constante cariño, apoyo, aliento y sacrificio.

Y a todas las personas que directa e indirectamente me apoyaron para lograr este trabajo que es el último peldaño en mi vida de Pregrado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA i
CERTIFICACIÓN ii
AUTORÍA iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN iv
DEDICATORIA v
AGRADECIMIENTO vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS vii
1 TÍTULO 1
2 RESUMEN 2
ABSTRACT 3
3 INTRODUCCIÓN 4
4 REVISIÓN DE LITERATURA 6
CAPITULO I
4.1. Resinas compuestas 6
Definición 6
Origen 6
4.1.1. Composición 7
4.1.1.1. Matriz orgánica 7
4.1.1.2. Relleno inorgánico 7
4.1.1.3. Agente de unión 7
4.1.2. Propiedades 7
4.1.2.1. Propiedades Físicas 7
4.1.2.1.1. Contracción de polimerización 7
4.1.2.1.2. Absorción de agua y solubilidad en medio acuso 8
4.1.2.1.3. Radiopacidad 8
4.1.2.1.4. Combinación de color 8
4.1.2.1.5. Estabilidad de color 8
4.1.2.3. Propiedades Mecánicas 8
4.1.2.3.1. Resistencia a la compresión 8
4.1.2.3.2. Resistencia a la flexión y módulo de elasticidad 9

4.1.2.3.3. Dureza 9
4.1.2.4. Propiedades Ópticas 9
4.1.2.4.1. El color 9
4.1.2.4.2. Metamerismo 9
4.1.2.4.3. Translucidez u opacidad 9
4.1.2.4.4. Fluorescencia 9
4.1.2.4.5. Opalescencia 10
4.1.3 Ventajas y desventajas 10
4.1.4. Clasificación 10
4.1.4.1. Macrorrelleno 11
4.1.4.2. Microrrelleno 11
4.1.4.3. Híbridos de partícula pequeña 11
4.1.4.5. Nanorrelleno y nanohíbridos 11
4.1.5. Sistema de polimerización de las resinas compuestas 11
4.1.6. Protección del complejo dentinopulpar 12
Materiales de sellado 12
Materiales de recubrimiento o liners 13
Materiales de base.- Como el ionómero de vidrio 14
Resinas compuestas OPALLIS 15
Definición 15
Composición 15
Características 15
Ventajas 15
Indicaciones de Uso 16
CAPITULO II
4.2. Compómero 17
4.2.1. Origen 17
4.2.2. Definición 17
4.2.3. Composición 18
4.2.4. Indicaciones 18
4.2.5. Reacciones químicas 19

4.2.6. Propiedades 20
4.2.6.1. Físicas.....20
4.2.6.2. Químicas 20
4.2.6.3. Mecánicas 20
4.2.7. Compatibilidad.....21
4.2.8. Ventajas y Desventajas.....21
4.2.9. ANA LINER 21
CAPITULO III
4.3. Acondicionamiento.....23
4.3.1. Grabado ácido.....23
4.3.1.1. Mecanismo de acción del ácido fosfórico.....23
4.3.1.1.2. Tipo I.....23
4.3.1.1.3. Tipo II 23
4.3.1.1.4. Tipo III.....23
4.3.1.2. Técnica de grabado ácido 25
4.3.2. Ventajas/desventajas con ácido fosfórico 25
CAPITULO IV
4.4. Sistemas Adhesivos 27
4.4.1. Adhesión 27
4.4.2. Tipos de adhesión.....27
4.4.3. Requisitos del sustrato y el adhesivo para lograr adhesión 27
4.4.4. Consecuencias que conlleva la falta de adhesión. 28
4.4.5. Clasificación de los sistemas adhesivos.....28
4.4.5.1. Sistemas de grabado y lavado: Pueden ser de tres o dos pasos. 29
4.4.5.2. Sistemas autograbantes. 29
4.4.6. Adhesión entre Resinas compuestas 29
4.4.7. Adhesión entre Resina y Ionómeros vidrios.....30
CAPITULO V
4.5. Técnica Incremental.....32
4.6. Técnica de Resistencia Adhesiva al Cizallamiento. 32
4.6.1. Tipos de Fracturas. 33

4.6.1.1. Fractura adhesiva. 33
4.6.1.2. Fractura cohesiva 33
4.6.1.3. Fractura mixta. 33
5 MATERIALES Y MÉTODOS 34
6 RESULTADOS 39
7 DISCUSIÓN 45
8 CONCLUSIONES 48
9. RECOMENDACIONES 49
10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 50
11 ANEXOS 55
Fotografía Nro. 5 Materiales utilizados 55
Fotografía Nro. 6 Maquina de Ensayos Universal Marshall 56
Fotografía Nro. 7. Preparación de muestras Grupo 1 56
Fotografía Nro. 8. Cilindro grupo 1 57
Fotografía Nro. 9 Preparación de muestras Grupo 2 57
Fotografía Nro. 10. Cilindro grupo 2 58
Fotografía Nro. 11 Colocaciones de las muestras 58
Fotografía Nro. 12. Grupo 1., Sin acondicionamiento 59
Fotografía Nro. 13. Grupo 2., Con acondicionamiento 59
Resultados del Laboratorio 60
Certificado traducción del resumen 62
Certificado adecuaciones necesarias 63
NORMA ISO 9917 64
Proyecto de Tesis 65

Índice de Gráficos y Figuras

Grafico Nro. 1 Carga Máxima Grupo 1 44

Grafico Nro. 2 Carga Máxima Grupo 2 44

Fig. 1. Composición de los compómeros.....19

Fig. 2. Composición ANA LINER.....22

Índice de Tablas

Tabla Nro. 1 Resultados grupo 1. No se acondiciono la superficie del compómero 40

Tabla Nro. 2 Resultados grupo 2. Se acondiciono la superficie del compómero 41

Tabla Nro. 3 Pruebas de normalidad.....41

Tabla Nro. 4 Datos Estadísticos descriptivos 42

Tabla Nro. 5 Estadísticas de confiabilidad 43

Tabla Nro. 6 Análisis estadístico T student 43

1. TÍTULO

Evaluación de la Resistencia adhesiva entre una resina compuesta y un Compómero utilizado como Liner, estudio in vitro en la Universidad Nacional de Loja."

2. RESUMEN

Los compómeros surgieron como un intento por combinar las mejores propiedades de las resinas y los ionómero vidrios, siendo así una alternativa para mejorar la calidad de las restauraciones a largo plazo, dado que existe evidencia de cambios en la resistencia adhesiva acondicionando o no los materiales se ha considerado como objeto de estudio determinar la Resistencia adhesiva al cizallamiento de la resina compuesta (OPALLIS) con acondicionamiento del compómero (ANA LINER) y sin acondicionar. Se analizaron 30 muestras, divididas en 2 grupos, el grupo 1 sin acondicionamiento, se colocó el compómero dentro de la matriz comprimiendo con el cilindro empacador, fotopolimerizando por 20 segundos, seguidamente se colocó la resina compuesta con la técnica incremental, mientras el grupo 2 con acondicionamiento, se utilizó después de la colocación del compómero el ácido orto fosfórico por 15 segundos, y lavado por doble de tiempo, secado y aplicación del adhesivo fotopolimerizando por 20 segundos, continuando con la colocación de la resina. La fuerza de adhesión fue calculada sometiendo a las muestras a fuerzas de compresión en la máquina de ensayos MARSHALL expresándose en Megapáscales (Mpa), los promedios fueron comparados con el método T student, calculado a un nivel de significancia de 0.05. Resultado: el promedio de fuerzas del grupo 2 fue de 51,61 Mpa siendo mayor, el grupo 1 fue de 31,09 Mpa. Se concluyó que el grupo 2 con acondicionamiento presentó mayor resistencia adhesiva con respecto al grupo 1 sin acondicionar, aunque estadísticamente la diferencia no es significativa, ya que el valor de P es mayor a 0,05.

PALABRAS CLAVE: Material Restaurador, Acondicionamiento, Cizallamiento, Resistencia Compresiva, Interfase adhesiva.

ABSTRACT

The compomers emerged as an attempt to combine the best properties of glass resins and ionomers, thus being an alternative to improve the quality of long-term restorations, since there is evidence of changes in adhesive resistance Conditioning or not the materials have been considered as object of study to determine the adhesive resistance to shearing of the composite resin (OPALLIS) with conditioning of the Compomer (ANA liner) and without conditioning. We analyzed 30 samples, divided into 2 groups, group 1 without conditioning, placed the Compomer inside the matrix compressing with the packing cylinder, light curing for 20 seconds, then placed the composite resin with the technique Incremental, while group 2 with conditioning, was used after the placement of the Compomer ortho phosphoric acid for 15 seconds, and washed twice the time, drying and application of light curing adhesive for 20 seconds, continuing with the placement of the resin. The adhesion force was calculated by submitting the samples to compression forces in the MARSHALL test machine expressed in Megapascales (MPA), the averages were compared with the T student method, calculated at a significance level of 0.05. Result: The average strength of group 2 was 51.61 MPA being higher, Group 1 was 31.09 MPa. It was concluded that group 2 with conditioning showed greater adhesive resistance with respect to group 1 without conditioning, although statistically the difference is not significant, since the value of P is greater than 0.05.

KEY WORDS: Restorative Material, conditioning, shearing, compressive resistance, adhesive interface.

3. INTRODUCCIÓN

En la era de la Odontología adhesiva, los materiales dentales han revolucionado las alternativas de su uso en procedimiento restaurativos, se ha hecho evidente la necesaria investigación de evaluar la resistencia adhesiva que tienen la mayoría en su uso diario, debido a las ventajas que estos ofrecen en el momento de aprovechar al máximo sus propiedades.

Así es como en la década de los años 70 surgen investigaciones de las versiones de vidrio ionomérico modificado con resina, con la finalidad de obtener algunas mejoras sobre las desventajas de los vidrios ionoméricos convencionales, surgen la utilización de resinas compuestas modificadas con poliácidos que son los llamados compómeros, los cuales constituyen un grupo de materiales sin relación alguna con los vidrios ionoméricos, los compómeros no son vidrios ionoméricos, sino resinas reforzadas fotopolimerizables con algunas diferencias respecto a las resinas tradicionales" (Gil, 2001), cabe recalcar que a pesar de no ser tan nueva la incorporación de los compómeros para su uso clínico, no se han llevado a cabo muchos estudios para comprobar su resistencia adhesiva frente a Resinas compuestas.

Los diferentes materiales y técnicas adhesivas se han convertido en objeto de estudio e investigaciones por parte de numeroso autores teniendo en cuenta que en la actualidad, hay un gran número de estudios que determinan la adhesión entre resina y dentina mas no un protocolo claro, sobre de si el uso o no de acondicionamiento al Compómero provoca algún aumento en su resistencia adhesiva a la resina, es donde parte el inconveniente de conocer si su resistencia es mayor o menor dependiendo de si se acondiciona o no la superficie del mismo.

En vista de no encontrarse estudios en el Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Loja, en la página PUBMED, SCIELO, DIALNET, Academia Journals, que nos corroboren si la resistencia adhesiva es mayor o menor en los compómeros con y sin acondicionamiento usados como Liner para garantizar la estabilidad y funcionalidad a largo plazo de las restauraciones y que estas se perseveraran en el tiempo estimado, es el motivo que me ha llevado a impulsar esta investigación sobre la resistencia adhesiva entre la Resina compuesta (OPALLIS) y el Compómero (ANA LINER) que son utilizados en la Clínica Odontológica, en este caso un compómero como Liner y luego ser agregada la resina compuesta.

Un aspecto importante a considerar en el éxito de las restauraciones adhesivas es garantizar la integridad de la unión para obtener éxito a largo plazo por lo que es de vital importancia la

utilización correcta de materiales que se encuentran a disposición hoy en día en el mercado, es por ello que el objetivo principal de esta investigación fue determinar la Resistencia adhesiva en cizalla de la resina compuesta (OPALLIS) acondicionando la superficie del compómero (ANA LINER) y sin acondicionar utilizándolo como Liner, de igual manera se comparó si el uso o no de acondicionamiento en el compómero aumentó o disminuyó la resistencia adhesiva.

De todo lo expuesto anteriormente surgió la siguiente hipótesis, el acondicionamiento previo a la colocación del compómero como Liner aumenta la Resistencia adhesiva de la restauración con resina compuesta (OPALLIS)

Los resultados obtenidos en este estudio son de gran trascendencia para aportar a las técnicas adhesivas en la práctica de operatoria dental, siendo necesario el conocimiento del grado de adhesión que se obtiene al usar dos tipos de técnicas como son el acondicionar la superficie del compómero, como no acondicionar la misma, durante el tratamiento clínico, además de ser de gran ayuda para las generaciones de profesionales de odontólogos que se desarrollan en su formación académica hoy en día. Por lo expuesto anteriormente, el presente estudio es de gran relevancia clínica dentro de la práctica odontológica beneficiando no solo al odontólogo sino también a los pacientes que se ven involucrados.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

CAPITULO I

RESINAS COMPUESTAS

Definición. Las resinas compuestas o composites, son materiales restauradores directos que han evolucionado en los últimos años en busca de mejoras en sus propiedades estéticas y mecánicas. (Guillen, 2015)

La resina compuesta o composite, es una material restaurador el cual en la actualidad ha adquirido gran relevancia como uno de los más utilizados dentro de las diferentes técnicas restauradoras, por las condiciones estéticas que presenta y además de sus grandes virtudes entre las que se destacan su baja solubilidad en la media oral y su resistencia adecuada. (Correa, Resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta sobre bases de ionómero vítreo sometidas a dos tratamientos acondicionadores distintos, 2011)

Origen. El desarrollo de las resinas compuestas actuales se inició con el descubrimiento, a comienzos de los años sesenta, de la molécula Bis-GMA en 1962 por el Dr. Ray Bowen. Las cuales se introdujeron en el mundo de la odontología con el fin de remplazar a los cementos de silicato ya que contenían varios defectos. A partir de 1970 se incorporaron materiales compuestos polimerizados por medio de radiaciones electromagnéticas los mismos que no necesitaban de mezcla, se utilizó en un principio la energía luminosa de una fuente de luz ultravioleta, pero por inconvenientes presentados por su poca profundidad de polimerización, fue remplazada por la luz visible, que hasta ahora es utilizada para la polimerización. (Hervás García, 2006)

Es importante saber que el termino composite se refiere a la combinación de 2 fases de componentes químicamente diferentes para la obtención de un material final con propiedades superiores a las que presentan sus constituyentes de manera individual. La resina es de naturaleza continua y activa y el relleno inorgánico inerte y discontinuo. . (García, 2016)

El monómero (Bis-GMA), perteneciente a la familia de los dimetacrilatos, continúa siendo el más utilizado para la fabricación de resinas compuestas en la actualidad, tanto

individualmente como en combinación con otros monómeros de la misma familia (Correa, 2011)

4.1.1. Composición

4.1.1.1. Matriz orgánica. Está conformada por monómeros que según la casa comercial pueden ser: de alto peso molecular como Bis- GMA (bisfenol glicidil metacrilato), UDMA (dimetacrilato de uretano) y de bajo peso molecular como TEGDMA (Dimetacrilato de trietilenglicol) y EGDMA (dimetacrilato de etilenglicol).

El monómero de alto peso molecular tiene una alta viscosidad, lo que vuelve al material difícil de manipular, esto se contrarresta adicionándole monómeros de bajo peso. Una ventaja de los monómeros de mayor peso molecular es que sufren menor contracción de polimerización.

4.1.1.2. Relleno inorgánico. Con la finalidad de reducir la cantidad de matriz orgánica y con ello la contracción de polimerización, se adicionan partículas inorgánicas como sílice y partículas de vidrio de bario, estroncio y zirconio.

Anteriormente se utilizaban las de cuarzo, pero su uso disminuyó porque son duras y grandes, y no pueden triturarse con facilidad, siendo complicado su pulido, a diferencia de las de sílice que es más pequeñas. Tanto la sílice como el cuarzo tienen la desventaja de no tener radiopacidad. Las partículas de vidrio de bario o de estroncio, son las más utilizadas, por su tamaño pequeño y su radiopacidad, lo que facilita la detección de caries y excesos marginales. (Loguercio, 2012)

4.1.1.3. Agente de unión. Para mejorar el desempeño de las resinas compuestas se agrega un agente de unión, el silano orgánico. Mediante el proceso de silanización, la carga inorgánica es capaz de unirse químicamente a la matriz orgánica, haciendo que funcionen como un cuerpo único, habiendo transferencia de tensiones entre ellas. (Masioli M y Colb., 2013.)

4.1.2. Propiedades

4.1.2.1.Propiedades Físicas

4.1.2.1.1. ***Contracción de polimerización.*** Es el resultado del acercamiento de las moléculas durante la transformación de monómeros en polímeros, reflejada en la reducción del volumen de la resina. (Baratieri L, 2011)

Este fenómeno ocasiona la presencia de tensiones de contracción que puede desencadenar en desajustes marginales o fracturas del esmalte sobre todo cuando las paredes dentarias remanentes son delgadas. (Salazar, 2009)

4.1.2.1.2. ***Absorción de agua y solubilidad en medio acuso.*** Los monómeros utilizados en las resinas son hidrofóbicos, a pesar de esta característica se observa absorción de agua en la matriz resinosa produciendo dos efectos: liberación de monómeros residuales que formaran puentes de hidrógeno con el agua del medio bucal y expansión higroscópica que permite la disminución de fisuras en la interfase diente/ restauración. ***(Cova, 2010)***

El porcentaje de carga tiene un papel fundamental en esta propiedad física; es así que en las resinas micro partículas hay más absorción de agua que en las micro híbridas.

4.1.2.1.3. ***Radiopacidad.*** Elementos radiopacos como bario, zinc, zirconio, iterbio y lantano; constituyen elementos importantes en el diagnóstico de: caries secundaria, excesos o ausencia de material, evaluación del contorno de la restauración, inclusiones de aire y otras imperfecciones producidas durante la preparación cavitaria (Cova, 2010)

4.1.2.1.4. ***Combinación de color.*** Las resinas son comercializadas en diferentes colores, permitiendo así combinarlas para producir restauraciones que se mimetizan con los dientes naturales. (Henostroza, 2003). Durante la polimerización se producen ambos en el color relacionados con el tamaño de las partículas; como por ejemplo las resinas micro partículas al ser polimerizadas aumentan su translucidez, mientras que las micro híbridas son más oscuras (Reis & Dourado, 2012, p. 164).

4.1.2.1.5. ***Estabilidad de color***. La alteración del color se produce por factores como: Absorción de agua, depósitos de placa bacteriana, tamaño de partículas (macro partículas), rugosidad superficial por la falta de acabado y pulido, tabaquismo y dieta. (Shamszadeh, 2016) (Cova, 2010)

4.1.2.2. Propiedades Mecánicas

4.1.2.2.1. ***Resistencia a la compresión.*** Gran parte de las resinas presentan resistencias similares a los tejidos dentarios, sin embargo esta propiedad no garantiza ser el mejor indicador para evaluar la calidad de diferentes materiales

4.1.2.2.2. ***Resistencia a la flexión y módulo de elasticidad.*** La resistencia a la flexión implica el desarrollo de tensiones como: tracción, compresión y cizallamiento, las cuales guardan semejanza a aquellas que pueden producir facturas en la 22 restauración; por lo tanto es una propiedad que sí permite evaluar la eficacia de los diferentes tipos de resina (Henostroza, 2003)

En cuanto al módulo de elasticidad, en niveles bajos deforma y fractura el material mientras que en niveles altos produce tensiones elevadas lo que conlleva a una ruptura de la interfase diente/restauración.

4.1.2.2.3. ***Dureza.*** La resina compuesta convencional tiene una dureza de 60 KHN aproximadamente, mientras que en la dentina es de 68 KHN, la cual es 5 veces menos dura que el esmalte, por este contraste se entiende que el material restaurador no soporte las fuerzas oclusales como lo hace la superficie adamantina sana. ***(Barrancos, 2006)***

4.1.2.3. Propiedades Ópticas

4.1.2.3.1. ***El color***. El color que se requiere conseguir en las restauraciones es aquel que este combinado y mimetizado con las estructuras dentarias circundantes ***(Rosatto, 2015)***. Las resinas que contienen mayor cantidad de partículas pequeñas permiten que haya una mayor translucidez ideal para reproducir el esmalte.

4.1.2.3.2. ***Metamerismo.*** Interacción del material frente a distintas fuentes de luz que hace que se produzca diferentes percepciones cromáticas ***(Henostroza, 2003)***

4.1.2.3.3. ***Translucidez u opacidad***. Se produce por la transmisión, absorción y/o reflejo de luz lo que permite que el material sea vea transparente, traslucido u opaco. Es importante señalar que los monómeros de la matriz orgánica son trasparentes, sin embargo al ser modificados con partículas inorgánicas determinan que tan transparentes u opacos se observarán ***(Henostroza, 2003)*** (Sarmiento et al, 2012).

4.1.2.3.4. ***Fluorescencia.*** Fenómeno que permite la absorción de luz ultravioleta (invisible al ojo humano) que en fondos oscuros se interpreta como azulada; manifestado en mayor intensidad en la dentina por su contenido orgánico (Baratieri L, 2011)

4.1.2.3.5. ***Opalescencia.*** Propiedad que hace referencia a la forma en que la luz se dispersa en el cuerpo, la luz reflejada hace que se observen destellos azulados mientras que la luz transmitida hace que se muestren de color rojizo-anaranjado ***(Baratieri L, 2011) (Henostroza, 2003)***

4.1.3. Ventajas y desventajas

Ventajas

- Son insolubles.
- Son estéticas.
- Biocompatibles.

- Son compatibles con sistemas de adhesión a esmalte y dentina.
- Permiten hacer cavidades más conservadoras.

Desventajas

- Se contraen al polimerizarse.
- Dispone poco tiempo de trabajo con las autopolimerizables.
- Equipo especial en las fotopolimerizables.
- Técnica de trabajo muy sensible
- Envejecimiento de la matriz orgánica
- Requiere varios pasos y ocupa más tiempo el manejo de las fotopolimerizables (Iruretagoyena, 2014)

4.1.4. Clasificación

La fase de relleno ha sido la el eje de evolución de las resinas compuestas, que es la que esencialmente determinará las características físicas del material. (Toledano M., 2003) Es así como los fabricantes han modificado constantemente el tamaño de las partículas y su distribución, en una tentativa por conseguir propiedades mecánicas óptimas manteniendo una buena estética; debido a esto, la manera más frecuente de distinguir las resinas compuestas es de acuerdo a estos parámetros (Puckett, 2007)

4.1.4.1. Macrorrelleno. Corresponden a las primeras partículas de relleno utilizadas, con un tamaño entre 1 y 50 um. Los materiales resultantes eran muy resistentes, pero difíciles de pulir, y era imposible que mantuvieran la suavidad superficial a largo plazo. **(Tveit, 1986)**

4.1.4.2. Microrrelleno. Surgieron con el fin de lograr una mayor estética a largo plazo. El tamaño promedio de las partículas era de 40 nm. Estas resinas compuestas podían pulirse pero eran generalmente débiles, debido a su contenido relativamente bajo de relleno, el que podía incrementarse incorporando a la matriz fibras pre-polimerizadas con alto contenido de micropartículas. **(Miyasaka, 1996)**

4.1.4.3. Híbridos de partícula pequeña. Fueron producidos mediante la reducción de las partículas de las resinas compuestas convencionales (los de macrorrelleno), a través de nuevas técnicas de molienda. Estos materiales tenían un tamaño de partícula promedio sobre 1 um, y contenían también una porción de micropartículas de 40 nm.

4.1.4.4. **Microhíbridos** Poseen un tamaño de partícula promedio bajo 1 um, en conjunto con micropartículas de 40nm. Estos materiales son considerados "universales", dado que combinan resistencia y pulido, posibilitando su aplicación en la mayoría de los casos, tanto en el sector anterior como el posterior.

4.1.4.5. Nanorrelleno y nanohíbridos. Corresponden a la innovación más reciente. Las resinas compuestas de nanorelleno contienen sólo partículas en el rango de 5 a 100 nm, mientras los nanohíbridos se originan al incorporar una mayor proporción de partículas nanométricas en los microhíbridos. En general es difícil distinguir entre nano y microhíbridos, dado que sus propiedades físicas como la resistencia flexural y el módulo de elasticidad tienden a ser similares. (Tveit, 1986)

4.1.5. Sistema de polimerización de las resinas compuestas

Las resinas compuestas para poder endurecer en su totalidad pasan a través de una reacción de polimerización. La misma que es la reacción mediante la cual los monómeros se unen entre sí a través de enlaces covalentes y forman una gran estructura de cadenas cruzadas. Este proceso puede activarse:

- Química (resinas compuestas de autopolimerización),

- Fotoquímica (resinas compuestas fotopolimerizables) o
- Dual (una combinación de ambas formas).

De las tres mencionadas anteriormente la fotoquímica es la que ha demostrado mejores resultados en los materiales restauradores, específicamente utilizando luz halógena que emiten las lámparas Luz LED halógenas (Toledano M., 2003).

4.1.6. Protección del complejo dentinopulpar

La dentina es la mejor barrera protectora de la pulpa, y de su espesor depende el aislamiento de la pulpa ante los estímulos fisiológicos y agresivos que recibe del medio bucal o de las maniobras operatorias que se realizan al realizar las restauraciones.

Para lo cual se debe asegurar un correcto sellado marginal para evitar las filtraciones e impedir la entrada de microorganismos al interior de la preparación y de cualquier factor que produzca daño o irritación pulpar. Para seleccionar el material protector del complejo dentinopulpar más adecuado, es necesario tomar en consideración los siguientes factores:

- Profundidad de la preparación
- Cambios en la dentina por la edad

Los materiales que sirven para proteger el complejo dentinopulpar se clasifican en 3 grandes grupos:

Materiales de sellado.- Pueden ser: barnices cavitarios. Es una disolución líquida de una sustancia resinosa en un solvente volátil, que al contacto con el aire se evapora. Según su composición los barnices pueden ser: Simples.- Contienen resinas naturales o sintéticas como la resina de copal o el nitrato de celulosa, respectivamente, disueltos en solventes como la acetona, el alcohol, el éter, el cloroformo, etc. Algunos pueden contener sustancias con fines terapéuticos como el flúor o el eugenol. (Cova, 2010) Compuestos.- Contienen los mismos componentes de los simples con la adición de un polvo que puede ser óxido de zinc o hidróxido de calcio; una vez volatilizado el solvente, la capa resinosa compuesta, queda en contacto con las paredes dentinarias; se reconocen como revestimientos cavitarios.

Indicaciones

- Reduce la sensibilidad dentinaria.
- Reduce la filtración marginal.
- Evita la pigmentación de las paredes y márgenes cavitarios, debido a la penetración de iones metálicos de la amalgama.
- Sella la entrada de los túbulos dentinarios protegiéndolos del paso de bacterias, toxinas o moléculas ácidas al interior de la pulpa.
- Evita las corrientes galvánicas entre dientes antagonistas con restauraciones de metales diferentes. (Guillen, 2015)

Materiales de recubrimiento o liners.- Como el hidróxido de calcio y compómeros. El material más utilizado para recubrimiento de la pared pulpar o pequeñas exposiciones pulpares es el hidróxido de calcio. A este tipo de protector pulpar se lo clasifica como forro cavitario o Liner por su escaso espesor.

- Químicamente puro.- En polvo que al mezclarse con agua crea un medio alcalino. Por esta razón ha sido y es utilizado con frecuencia en situaciones de pequeñas exposiciones de tejido pulpar vital para promover su cicatrización.
- Químicamente activados.- En forma de pasta contenida en dos tubos, una base y un catalizador, indicada para protección pulpar indirecta en preparaciones muy profundas, o cuando exista hiperemia pulpar, o sospecha de micro exposición pulpar.
- Foto activados.- La otra presentación es en una sola pasta, que se polimeriza al exponerla a una fuente de luz azul, la pasta única está compuesta de iones de calcio, sulfato de bario y monómeros resinosos como Bis GMA o UDMA. (Guillen, 2015)
- **Liner.** Son recubrimientos que se colocan en espesores delgados no mayores de 0,5mm y de consistencia fluida. Ellos inducen la formación de dentina de reparación, actúan como aislantes químico y eléctrico, reduce la sensibilidad dentinaria, reducen el galvanismo, actúa como una barrera. (Rebeca, 2015)

Los liners deben contener alguna sustancia quimica con la posibilidad de ser liberada para poder generar una accion antiseptica y/o estimulante. Estos materiales se presentan en estado liquido, o bien en pastas de cierta fluidez.

Características. El espesor minimo de dentina remanente (espesor dentinario existente entre el piso cavitario y la camara pulpar), necesario para evitar efectos citotoxios de los componentes de ciertos materiales, se estima que oscila en alrededor de los 0,5 mm a 1 . Se ha establecido que, ante espesores dentinarios inferiores al rango mencionado, resulta conveniente la aplicación de un liner, constituido, por un cemento de hidroxido de calacio, o un ionomero vitreo para lining. (Macchi, 2007)

Propiedades. Algunas de las principales propiedades que cumplen los Liners son de gran relevancia clínica entre ellas están:

- Aislamiento químico y eléctrico
- Barrera antibacteriana y antitoxinas
- Inducción de una reacción reparadora pulpar
- Acción germicida y bacteriostática
- Reducción de la sensibilidad dentinaria
- Reducción del galvanismo bucal (Mooney, 2006) (Busato A., 2005)

Materiales de base.- Como el ionómero de vidrio. Los cementos utilizados como base cavitaria se encuentran generalmente en presentación polvo-líquido para activación química o foto activación, al mezclarse se colocan sobre el piso cavitario en espesores mayores de 1 mm. ***(Guillen, 2015)***

El eugenol actúa negativamente cuando se lo coloca debajo de restauraciones de resinas compuestas, ya que interfiere en su proceso de polimerización y también cuando se lo aplica sobre hidróxido de calcio, porque disminuye su resistencia, por estas razones su uso se ha restringido sólo como material restaurador provisional o base para amalgamas. (Barrancos, 2006)

Indicaciones:

- Forros y bases cavitarias

- Material restaurador en: - Clase I, de extensión pequeña; clase II, que no reciban fuerzas funcionales directas (estrictamente proximales o en túnel). - Clase III, pequeñas con mínimo compromiso estético. - Clase V, en dientes permanentes y temporarios.

- Material restaurador en técnica restauradora a traumática (ART).

- Cemento restaurador y sellador de fosas y fisuras en Odontopediatria. (Guillen, 2015)

4.1.7. Resina compuesta nanohíbrida OPALLIS

Definición. Es una resina compuesta nanohíbrida (microhíbrida con partículas nano) indicada para la restauración directa de dientes anteriores y posteriores. (FMG, 2018)

Composición. Compuesta de una matriz monomérica conteniendo Bis (GMA), Bis (EDMA), UDMA y TEGDMA. Las cargas son una cuidadosa combinación de vidrio de Bario-Aluminio Silicato silanizados y nano partículas de dióxido de silicio, canforquina como fotoiniciador, aceledores, estabilizantes y pigmentos.

Características

- Excelente pulido.
- Superficie con brillo similar a la superficie de los dientes naturales.
- Gran variedad de colores: 35 tonos.
- Excelente radiopacidad.
- Opalescencia idéntica a la de los dientes naturales.
- Fluorescencia equilibrada con el de la estructura dental.
- Reducido desgaste y rugosidad superficial, contribuyendo al mantenimiento del brillo y longevidad de la restauración.

Ventajas

- Fidelidad de color: los colores de esmalte y dentina siguen la escala VITAPAN® Classical con fidelidad.
- Consistencia: la consistencia de la resina está más blanda, aunque sin perder la capacidad de escultura.

- Practicidad: fácil identificación de los colores a través de las letras E (esmalte), D (dentina), T (translúcidas) y O (extraopacas).
- Translucidez: colores con una elevada translucidez para restauraciones estéticas (T-Blue, T-Neutral).
- Estética: sus propiedades mecánicas cumplen con los requisitos de restauraciones en dientes anteriores y posteriores.
- Empaque ergonómico: tapa acoplada al cuerpo de la jeringa.
- Eficacia: sensibilidad a la luz reducida. (FMG, 2018)

Indicaciones de uso.

- Restauraciones de dientes anteriores y posteriores permitiendo la reproducción de las características ópticas de la estructura dental.
- Restauraciones oclusales, proximales y oclusoproximales de tamaño pequeño y medio.
- Restauraciones de dientes anteriores clase III, IV y V.
- Carillas directas de resina compuesta.
- Pegado de fragmentos de dientes.
- Reducir y/o cerrar diastemas.
- Corregir y/o alterar la forma de uno o varios dientes.
- Defectos estructurales: amelogénesis imperfecta, hipoplasias de esmalte, lesiones cervicales no cariadas.
- Para corregir y/o alterar la proporción de ancho y/o longitud del(los) diente(s).
- Restauración de dientes deciduos.
- Corregir y/o alterar el color de una parte o de todo el diente. (FMG, 2018)

CAPITULO II

COMPÓMERO

4.1.8. Origen

La introducción de las versiones de vidrio ionomérico modificado con resina representan un intento más reciente en obtener algunas mejoras sobre las desventajas mencionadas de los vidrios ionoméricos convencionales, Aun así la falla del modo de los vidrios convencionales casi ha sido invariablemente encontrada en la cohesividad dentro del cemento. Por lo tanto, se espera mejorar la fuerza cohesiva del cemento como un resultado para poder mejorar la fuerza de unión. Este parece ser el caso con los cementos de vidrio ionomérico modificados con resina los cuales son más fuertes que los vidrios ionoméricos convencionales, ya que, en un estudio reportado por Vargas y colaboradores, se encontró que un compómero tenía una mayor fuerza de tensión diametral que los vidrios ionoméricos convencionales y los vidrios ionoméricos modificados con resina. (Peutzeldt, 1996) Los compómeros pueden demostrar que tienen mayor fuerza de unión a la sustancia dental que los vidrio ionomérico modificados con resina.

El primer compómero comercialmente disponible estaba combinado con un imprimador de autograbado, el cual contenía un promotor de adhesión basado en acetona con un constituyente activo PENTA (ácido éster dipentaericitol pentacrilato fosfórico) y monómeros dimetacrílatos elastoméricos e iniciadores; un contenido restaurativo polimerizable ácido y otros monómeros como UDMA (dimetacrilato de uretano) y resina TCB (un bi-éster de 2 HEMA y ácido tetracarboxílico butano) y vidrio de sodiofluorurosilicato aluminio estroncio. (Tyas, 1998)

De esta maneras las resinas compuestas modificadas con poliácidos (compómeros) fueron desarrolladas en un intento de incorporar las propiedades ventajosas de los composites y los vidrios ionoméricos dentro de un solo material (Mount, 1995)

4.1.9. Definición

Los compómeros no son vidrios ionoméricos, sino resina reforzadas fotopolimerizables con algunas diferencias respecto a las resinas tradicionales. (Barrancos, 2006). Luego de polimerizado, y en función de su tiempo de exposición a la humedad en la cavidad bucal, el

compómero experimenta una serie de reacciones químicas que le permiten una transformación en estado sólido mediante la cual es capaz de incorporar características propias de un vidrio ionomérico, específicamente la capacidad de liberar flúor. (Ulrike, 1996)

Los compómeros fueron introducidos en el año 1993 como un grupo de materiales desarrollados teniendo en cuenta las propiedades favorables de los composites y de los ionómeros vítreos.

El término compómero deriva de la asociación de dos palabras, COMPOsite e ionóMERO, y sugiere la combinación de las tecnologías de ambos. (Macchi, 2007)

4.1.10. Composición

Constan de una fase orgánica y un relleno cerámico.

Fase orgánica.

- Monómeros vinílicos (BIS-GMA, UDMA, etc.)
- Monómeros hidrofílicos derivados de ácidos polialquenoicos

Refuerzo cerámico.

- Vidrios liberadores de iones (ej. Vidrios de flúor-alumino-silicato)
- Otras partículas cerámicas como las de los Composites.

El contenido cerámico oscila entre 65-72% en peso. Si solo hay refuerzo cerámico, este no es tratado industrialmente con el agente de unión (vinilsilano) porque, debido a la reacción acido-base, las partículas de vidrio se unen a la matriz polimérica. El sistema adhesivo para unir el Compómero al esmalte y dentina, contienen monómeros ácidos y a veces un ácido polialquenoico, así como monómeros hidrofílicos y demás. (Macchi, 2007)

COMPOSICIÓN DE LOS COMPÓMEROS(COMPOSICIÓN TIPO)	
PASTA (RESINA)	"*PRIMER*"/ADHESIVO MONOCOMPONENTE*
Bis-Gma	Monómeros hidrófobos
UDMA (dimetacrilato uretano)	Monómeros hidrófilos (HEMA)
Resina elastomérica	Solventes (agua y/o acetona y/o alcohol)
Monómeros ácidos	Fotoiniciadores
Relleno: -Vidrio de sílice, alumina y fluoruros -Otros rellenos	Estabilizadores Inhibidores
Pigmentos estabilizadores y fotoiniciadores	Sistemas adhesivos autoacondicionadores

Fig. 1. Composición de los compómeros
Fuente: Henostroza, 2003

4.1.11. Indicaciones.

La principal indicación de los compómeros es para la restauración de lesiones del tercio gingival de piezas dentarias. Secundariamente, están indicados para la restauración de dientes temporarios y de pequeñas cavidades oclusales, no afectadas por las fuerzas de oclusión funcional, aunque este material fue pensado en algunos países como una alternativa a la amalgama, el comportamiento clínico del material no alcanza a sustituir las resinas reforzadas (composites) utilizadas en el sector posterior (Macchi, 2007)

4.1.12. Reacciones químicas.

Los compómeros no se establecen como consecuencia de una reacción ácido-base y la reacción ácido-base no ocurre hasta después de la fotopolimerización y difusión del agua en el establecimiento del material.

Estos sufren dos tipos de reacciones las cuales son:

- De endurecimiento: Se produce por una reacción de polimerización por adición, es decir son de Foto polimerización, solo los que se utilizan para cementar son autopolimerizables.

- Acido-base o reacción ionomérica: Una vez polimerizado, entrar en contacto con la humedad del medio bucal, hace que el Compómero absorba agua y se ionicen los monómeros acídicos, (derivados le ácidos alquenoicos) que liberan hidrogeniones responsables de atacar al vidrio liberador de iones presente en el material, los mismos que

son: fluoruros (comportamiento ionomérico); cationes metálicos que se unen a COO- produciendo mayor entrecruzamiento.

Como consecuencia de la reacción ácido-base, se produce la liberación de fluoruro y el mencionado entrecruzamiento dado por las uniones iónicas entre los cationes y los grupos COO- presentes en los polímeros alquenoicos. Este entrecruzamiento no incide para nada en el endurecimiento del material ni en sus propiedades mecánicas, pero sirve para justificar la razón por la cual los compómeros que contienen sólo vidrios liberadores de iones no requieren un tratamiento de las partículas con un vinil-silano.

Esta reacción es lenta y se lleva a cabo durante los 90 días posteriores a la realización de la restauración, mediante un proceso de difusión química y de sordón acuosa (absorción-adsorción).

El compómero no incluye agua en su composición (ésta es una diferencia marcada con los ionómeros). El agua es captada por el material endurecido y por ello se produce la liberación de fluoruro. (Macchi, 2007)

4.1.13. Propiedades

4.1.13.1. Físicas

- Armonía óptica similar a Composites
- Lisura o brillo superficial

4.1.13.2. Químicas

- Estabilidad en el medio bucal
- Liberación de fluoruros

4.1.13.3. Mecánicas

- Son compensadores de tensiones flexurales
- Flexibilidad apropiada (asociada al relleno)
- Modulo elástico entre 8.000 y 9.000 Mpa

4.1.14. Compatibilidad

Los compómeros son biológicamente compatibles con los tejidos pulpares cuando las bacterias quedan excluidas, sin embargo están asociados con as inflamación pulpar que el material de control, IRM.

Lo que nos demuestra que debe ser utilizado en una superficie completamente desinfectada, para que se garantice su durabilidad.

4.1.15. Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Fácil manipulación
- Liberación de fluoruros
- Buenos resultados estéticos
- Menor sensibilidad a humedad que Composites

Desventajas

- Corto tiempo de almacenamiento
- Limitaciones de uso clínico (no uso en caras oclusales de permanentes)
- Posibles cambio volumétricos (Polímero de bajo peso molecular). (Barrancos, 2006)

4.1.16. ANA LINER

Esta composición original del compómero permite la extensión controlada que es una característica importante para compensar la contracción de curado de materiales compuestos. Gracias al contenido de ionómero de vidrio, Ana Liner dobla la adherencia a la dentina.

Como material de restauración puede también ser utilizado para los rellenos de la porcelana. El Liner de Ana es también conveniente para los rellenos temporales y menores.

Ana Liner es un material de revestimiento que es fotocurado por luz halógena. Incorporada directamente de la jeringa Ana Liner ofrece un manejo muy conveniente, ya que se une a la dentina que impide la formación de brechas marginales que protegen de la penetración bacteriana, lo que puede provocar daños en la pulpa o sensibilidad post operatoria.

COMPOSITION	
Polymetharcrylated polycarbonica acid	4%
Polyacrylic acid	7%
BIS-GMA	8%
Triethylenglycoldimeth-acrylate	6%
Amine/campherquinone catalyst	1%
Ionomer cement filler	50%
Bariumglass/SiO2	24%

Fig. 2. Composición ANA LINER
Fuente: Directadental.com 2018

Propiedades.

- Compensa la contracción durante la polimerización
- Aumente la fuerza de Unión
- Biocompatible
- Radio-opaco (Conduct, 2018)

CAPITULO III

ACONDICIONAMIENTO

4.1.17. Grabado ácido

Método de condicionamiento de la superficie del esmalte o de la dentina para unirse con resina compuesta por medio del uso de soluciones ácidas. (Fernández, 2008)

4.1.17.1. Mecanismo de acción del ácido fosfórico

En esmalte. Este mecanismo de grabado con ácido fosfórico del esmalte está fundamentado principalmente en la diferencia de solubilidad que presentan las distintas partes de los cristales de hidroxiapatita que conforman los prismas del esmalte, los cuales tienen una apariencia de varillas de sección más o menos hexagonal, que se extienden desde el límite amelodentinario hasta la superficie externa. Estas varillas están unidas lateralmente e íntimamente entre sí y su aspecto global en la superficie es similar a un panal de abejas. (Astorga, 2004)

Sin embargo, la solubilidad del cristal es diferente, dependiendo si se trata de la superficie del centro o de la periferia del mismo, esto determina que al aplicar un ácido sobre el esmalte la disolución también sea diferente, con lo que se puede lograr distintos patrones de grabado, a saber:

4.1.17.1.2. ***Tipo I:*** En el cual se disuelve más el centro de cada prisma, quedando el aspecto de empalizadas unidas con depresiones o “poros” entre ellas, quedando la periferia casi intacta.

4.1.17.1.3. ***Tipo II:*** En el cual se disuelve más la periferia que el centro del cristal, con lo que quedan pequeñas “islas” de esmalte rodeadas de surcos y grietas entre ellas, donde el núcleo del prisma permanece intacto

4.1.17.1.4. ***Tipo III*:** Que está dado por una mezcla de los dos patrones anteriores, es decir, no presenta evidencias de ninguna estructura prismática (Astorga, 2004)

Aunque el patrón de grabado comúnmente observado corresponde al Tipo I, los resultados de diferentes investigaciones, sugieren que no existe un patrón de grabado específico, producido por la acción de ácido sobre el esmalte (Sandoval, 2005)

En dentina. Los métodos y sistemas de adhesión en dentina aún son muy discutidos y algunos no debidamente comprobados. Debido a que esta es un sustrato heterogéneo y fisiológicamente dinámico, a pesar de esto en varios intentos por ya sea lograr o mejorar la adhesión se creó diferentes métodos que con el paso del tiempo fueron complementándose entre sí.

Sin embargo se ha logrado obtener los componentes que requiere la dentina para la adhesión, los mismos que son:

- Superficie activa y de alta energía superficial
- Superficie imprimible por el adhesivo
- Interfaz sellada u obliterada permanentemente
- Compatibilidad físico-química y bilogía (Henostroza, 2003)

El mecanismo por el cual funciona correctamente la adhesión, es uniéndose a la dentina por hibridación, que se genera por uniones micro mecánicas con el colágeno dentinario y la penetración en los túbulos de resin tags, es resistente a los ácidos e insoluble, sin embargo presenta nano y micro filtraciones.

Tres tipos de criterios han sido desarrollados para lograr adhesión a dentina a través de PRIMERS y ADHESIVOS, algunas con más éxito que otras:

1) Acondicionamiento toral o simultáneo de esmalte y dentina con ácido fosfórico en alta concentración y aplicación de monómeros hidrófilos-hidrófugos para obtener adhesión por hibridización. (Nakabayashi, 1982)

2) Acondicionamiento total y simultaneo de esmalte y dentina con ácido fosfórico en alta concentración, desproteinizacion con hipoclorito de sodio en distintas concentraciones y aplicación de monómeros hidrófilos e hidrófugos para alcanzar la adhesión por contacto o por hibridación reversa. (Bravo, 2008)

3) La dentina puede también ser acondicionada, activada y desmineralizada con adhesivos autocondicionadores, que contienen ácidos débiles en baja concentración y monómeros acídicos que posibilitarían la adhesión por unión micro mecánica por imprimación del colágeno dentinario o imprimación resinosa y por reacción acido base, creando una capa de reacción-integración (Uribe, 1990)

4.1.17.2. Técnica de grabado ácido

- Limpiar la superficie del esmalte cepillándola con bicarbonato de sodio (o piedra pómez), agregando unas gotas de agua para dar consistencia densa, con cepillo suave y a baja velocidad.
- Lavar, secar con aire limpio y aislar el campo operatorio.
- Colocar el ácido fosfórico únicamente en la zona que se va a grabar. Dejar actuar de 10 a 15 segundos.
- Una vez transcurrido este tiempo se debe eliminar los grandes excesos con un pincel y después lavar con abundante agua por 30 segundos.
- Secar suavemente, asegurándose de proyectar un aire libre de grasa y humedad.
- No se debe tocar la superficie grabada, ni permitir que se contamine con saliva, fluidos gingivales o sangre.
- Colocar el adhesivo en una capa delgada y continua.
- Airear suavemente para esparcir el adhesivo uniformemente y polimerizar. (Álvarez, 2009)

4.1.18. Ventajas/desventajas con ácido fosfórico

Ventajas:

- Amplia disponibilidad de este material debido a su alto uso en procedimientos restaurativos adhesivos y ortodónticos.

- Menos agresivos en caso de contacto con mucosa, piel y ojos tanto del paciente como del clínico.

- Los iones de hidrógeno que contiene el ácido, son capaces de dejar la superficie del esmalte limpia por medio de la disolución de hidroxiapatita de la superficie adamantina.

- Al existir la presentación en geles y jaleas, esto brinda una mejor manipulación del material ya que se puede colocar el ácido en el sitio exacto de la superficie que necesita ser grabada. (Álvarez, 2009)

Desventajas:

- Se utiliza principalmente en lesiones cariosas de poca profundidad en las superficies vestibulares de dientes anteriores.

- Cuando se acumula cierta cantidad de ácido, se crean fosfatos insolubles que al autoprecipitar sobre la superficie del esmalte limitan la acción del ácido. “efecto autolimitante”.

- Las concentraciones mayores o menores forman sales de calcio más rápido lo que hace que el efecto sobre el esmalte sea menos adecuado. (Álvarez, 2009)

CAPITULO IV

SISTEMAS ADHESIVOS

4.1.19. Adhesión

Es un estado en el cual dos superficies se mantienen unidas por medio de fuerzas que pueden estar basadas en mecanismos químicos, mecánicos o ambos, con la mediación de un adhesivo.

En el área odontológica participan tres componentes en la adhesión, estos son:

- Material de restauración
- Diente
- Sistema adhesivo. (Wakasa, 1995)

4.1.20. Tipos de adhesión

- **Mecánica o física.** Este tipo de adhesión se basa en mantener dos superficies irregulares por medio de una perfecta adaptación entre ellas, de esta manera ambas superficies se traban mecánicamente creando una unión adecuada. (Fernández, 2008)

- **Química o específica.** Este tipo de adhesión se basa en las fuerzas de atracción entre dos superficies por medio de formación de uniones químicas. Esta unión es la más difícil de lograr ya que se necesita de un contacto tan íntimo para poder lograr interacciones interatómicas o intermoleculares, que una parte debería estar en estado líquido. Otra forma de unión es colocar una sustancia líquida entre las dos superficies sólidas para poder formar uniones químicas con ambas. (Fernández, 2008)

4.1.21. Requisitos del sustrato y el adhesivo para lograr adhesión

Para lograr el contacto íntimo entre el sustrato y el adhesivo es indispensable que estos cumplan los siguientes requisitos:

- **Humectancia:** El adhesivo debe mojar la superficie del sustrato, cubriéndolo totalmente sin incorporar burbujas entre ellos.

- **Viscosidad:** Es la consistencia que tiene el adhesivo, o sea, su capacidad para fluir. Lo ideal es que éste se distribuya fácil y rápidamente sobre el sustrato dental.

- **Rugosidad superficial:** Amplía el potencial para la adhesión; el aumento del área eleva la capacidad adhesiva, pues hay mayor número de sitios para retener el adherente que penetró (A. Reis A. Loguercio, 2012)

4.1.22. Consecuencias que conlleva la falta de adhesión.

Si la resina compuesta no se adhiere a las estructuras dentarias al endurecer, se generará un espacio entre ambas partes, el cual tendrá como consecuencia una filtración marginal y por consiguiente llevará a un fracaso de la restauración, produciendo sensibilidad post operatoria y caries secundaria en las restauraciones realizadas. Es importante considerar que la causa principal del fracaso de las restauraciones con resinas compuestas es la caries secundaria. (Rodríguez G, 2008)

Una restauración de resina compuesta poseerá un correcto sellado marginal cuando el grado de adhesión generado con la estructura dentaria, supere las fuerzas generadas por la contracción de polimerización y las fuerzas generadas por los cambios dimensionales térmicos posteriores a la polimerización. Es por esta razón, que una eficiente adhesión de la resina compuesta al esmalte y dentina es fundamental en el éxito de la restauración. (Ehrmantraut N, 2011)

4.1.23. Clasificación de los sistemas adhesivos

Los sistemas de adhesión han sido clasificados recientemente de acuerdo al abordaje que realizan de las estructuras dentarias durante el proceso, diferenciándose en sistemas de “grabado y lavado” y “autograbantes”. Dentro de la misma clasificación una tercera categoría la ocupan los cementos de vidrio ionómero, debido a su mecanismo único de adhesión química al diente.

4.1.23.1. Sistemas de grabado y lavado: Pueden ser de tres o dos pasos.

- • ***Sistemas de grabado-lavado de tres pasos***. También llamados "convencionales", contemplan la aplicación sucesiva del ácido acondicionador, seguido del imprimador y finalmente la resina adhesiva. Estos sistemas son los más antiguos, pero son aun ampliamente utilizados debido a que promueven una adhesión efectiva y confiable. La mayor dificultad con este grupo corresponde a la potencial contaminación de la superficie de adhesión que existe al requerirse tres pasos distintos (son más sensibles a la técnica operatoria) (Tyas M. J., 2004)

- • ***Sistemas de grabado-lavado de dos pasos*** Corresponden a una versión simplificada ya que combinan en un solo paso la imprimación con la aplicación de la resina adhesiva, manteniendo de manera independiente el grabado ácido inicial. Son conocidos frecuentemente como "mono botella". En general, aunque un paso ha sido eliminado, estos sistemas continúan exhibiendo ciertas dificultades similares a los convencionales, donde el mayor problema es asegurar una buena infiltración del imprimador-adhesivo dentro de la dentina desmineralizada (Tyas M. J., 2004)

4.1.23.2. ***Sistemas autograbantes.*** Estos corresponden a una modalidad que combina los pasos de grabado e imprimación en uno sólo, mediante la utilización de monómeros ácidos no lavables que desmineralizan la dentina y la infiltran simultáneamente. La sensibilidad a la técnica parece ser menor en estos sistemas en comparación con los de grabado-lavado convencionales y monocomponentes, dado que eliminan la fase de lavado del acondicionador reduciendo no sólo el tiempo clínico requerido, sino también la posibilidad de cometer errores durante la aplicación como la desecación excesiva del tejido dentinario. **(Tyas M. J., 2004)**

4.1.24. Adhesión entre Resinas compuestas.

Es usual en el procedimiento operatorio colocar capas delgadas de resina en forma incremental, polimerizando cada una de ellas con una unidad de fotocurado durante algunos segundos. Al observar cada capa que ha sido polimerizada, puede visualizarse un brillo superficial que es la llamada "capa inhibida", la cual es una capa muy delgada parcialmente polimerizada que contiene monómeros que no polimerizaron a causa del oxígeno (Henostroza, 2003). Esto se debe a que los radicales libres producidos durante la polimerización tienen la particularidad de mostrarse más reactivos con el oxígeno que con

el monómero, de modo tal que el oxígeno se comporta como un inhibidor de la polimerización. Al colocar una segunda capa de composite y fotopolimerizarla, la capa inhibida actúa como enlace entre ambas, generándose una unión cohesiva, la cual es resistente.

Se produce una copolimerización entre radicales libres sin reaccionar de la primera capa más los nuevos radicales libres de la segunda (Uribe, 1990). De esta forma, se logra una unión de tipo químico entre los diferentes incrementos, integrándose el conjunto como un solo cuerpo. Al terminar la restauración, la capa inhibida es eliminada con el pulido y brillo (Henostroza, 2003)

El efecto negativo de esta capa es que produce un cambio de color en la superficie del composite y un mayor desgaste, debido a que tiene menor dureza. Por esta razón lo ideal es eliminarla completamente (Uribe, 1990)

4.1.25. Adhesión entre Resina y Ionómeros vidrios.

Con el paso de los años se ha centrado la atención en desarrollar sistemas adhesivos que logren una unión eficaz entre la resina compuesta con el esmalte y la dentina. A pesar de la mejoría en la unión de la resina compuesta a la dentina (Barkemeier W., 1994), la filtración marginal puede seguir siendo un problema.

Los cementos de ionómero de vidrio han desarrollado varias ventajas, como lo son: la liberación de flúor, la adhesión a los tejidos dentales mineralizados y un coeficiente de expansión térmica similar a la de la estructura del diente. (Lanata, 2003). Debido a estas propiedades favorables, McLean y Wilson (1977) propusieron la colocación de los cementos de ionómero de vidrio sobre la dentina antes de aplicar la resina. Este método de restauración es comúnmente conocido como la técnica de sándwich. Este procedimiento hace uso óptimo de las propiedades adhesivas y la biocompatibilidad del cemento de ionómero de vidrio y la superficie deseable y el aspecto estético de la resina compuesta.

La restauración tipo sándwich es de gran importancia en la odontología conservadora, debido a que permite que la resina sea adherida a la dentina utilizando al ionómero de vidrio como una capa de unión intermedia, minimizando así, algunos problemas clínicos relacionados con la micro filtración y caries secundaria. Sin embargo, tales combinaciones deben tener una cierta fuerza para resistir la variedad de tensiones durante su uso clínico.

Entre los factores que pueden afectar la resistencia de unión entre la resina y el ionómero de vidrio son:

- La resistencia a la tracción del cemento en sí
- El sistema adhesivo
- La resina compuesta empleada
- El tipo de cemento de ionómero de vidrio
- El tratamiento de la superficie del cemento

Es posible grabar la superficie de un cemento de ionómero de vidrio convencional y desarrollar una unión mecánica entre el cemento y el agente de unión / resina compuesta similar a la desarrollada entre esmalte grabado y la resina compuesta. Sin embargo, no existe un acuerdo acerca de la necesidad de grabado ácido o un tiempo de grabado óptimo sobre la superficie de los cementos de ionómero de vidrio. (Zanata, 1997)

CAPITULO V

TÉCNICA INCREMENTAL

El uso de la técnica incremental, además de considerar el stress generado por la polimerización, también considera generar una disminución del efecto de la contracción y producir una liberación de las tensiones residuales en el material (Cedillo, 2010)

La técnica incremental se caracteriza por la construcción progresiva de la restauración, agregando pequeños incrementos menores a 2 mm de grosor de material en capas sucesivas, los cuales se van foto activando de manera consecutiva, con el fin de disminuir la magnitud del efecto de la contracción de polimerización y con ello atenuar la tensión residual entre diente y restauración, mejorando así el sellado marginal de la restauración y reduciendo la posibilidad de micro filtración marginal. (Deliperi S, 2002)

TÉCNICA DE RESISTENCIA ADHESIVA AL CIZALLAMIENTO.

Las pruebas de fuerza de adhesión son las más utilizadas para cuantificar la eficacia de los agentes adhesivos. Este método tiene su fundamento en que mientras más fuerte sea la adhesión entre diente y material restaurador o entre materiales restauradores, mejor se resistirá al estrés producido por el sistema masticatorio y la función oral.

La cortadura (cizalladura o tensión cortante) es el esfuerzo que soporta una pieza cuando sobre ella actúan fuerzas contenidas en la propia superficie de actuación. Por lo que la resistencia al cizallamiento será la propiedad que le permite resistir el desplazamiento entre las partículas del mismo, al ser sometido a una fuerza externa. Estas pruebas de cizallamiento se realizan en máquinas de ensayos de materiales, que constan de una columna y marcos de ensayo para capacidades de 1 a 5kN. Estos dispositivos están diseñados para ensayar un amplio rango de componentes de los materiales, en relación a la tensión, compresión, tracción, flexión y desgarro. (Sano H, 1994)

El test fue descrito por primera vez en el año 1994 por H. Sano y Cols, quienes observaron una relación inversamente proporcional entre la superficie del área adherida y la resistencia adhesiva. Estas pruebas presentan fallas en la adhesión en áreas menores (0,5 a 2 mm^2)

En estas pruebas, cuando la carga es aplicada de forma perpendicular a la superficie y si no existe una alineación adecuada entre adhesivo y sustrato, tensiones comprensivas no uniformes se introducen a lo largo de la interface adhesiva, produciendo limitaciones en las mediciones. Los obstáculos más relevantes en estos test de tracción y cizallamiento convencionales, surgieron con la aparición de los sistemas adhesivos que eran capaces de alcanzar fuerzas de adhesión mayores en las piezas dentales, donde era frecuente que ocurrieran fracturas cohesivas en el sustrato dentario, o entre los materiales que intervenían en el ensayo. (Sano H., 1994)

4.1.26. Tipos de Fracturas.

4.1.26.1. **Fractura adhesiva**. La fractura de la unión adhesiva se ha producido en la zona de adhesión entre el adhesivo y el sustrato, en dicha fractura el adhesivo se encuentra totalmente o parcialmente separado de la superficie del sustrato. Dicha fractura se puede producir tanto en uno como en ambos sustratos.

Posibles causas:

- La selección o la aplicación de la preparación superficial del sustrato previo al proceso de adhesión ha sido incorrecta.
- La selección del adhesivo con el sustrato ha sido incorrecto, se ha seleccionado un adhesivo que no genera adhesión sobre la superficie del sustrato.
- Uso incorrecto de imprimaciones o activadores requeridos en el adhesivo, tiempos de evaporación, espesor inadecuado, etc...
- Se ha producido fenómenos de envejecimiento entre el sustrato y el adhesivo.

4.1.26.2. Fractura cohesiva. La fractura de la unión cohesiva se da en uno u otro sustrato**.** Posibles causas:

- Exponer la unión cohesiva a un esfuerzo superior al cual se ha diseñado.
- Defectos de curado en el sustrato.
- Defectos en el interior del sustrato como burbujas, poros, etc…
- Fenómenos de envejecimiento en la unión cohesiva.

4.1.26.3. Fractura mixta. La fractura de la unión es tanto adhesiva como cohesiva. **(De Menezes, 2011)**

5. MATERIALES Y MÉTODOS.

Es este estudio se evaluó la resistencia adhesiva entre una resina compuesta (OPALLIS AE2) y un compómero (ANA LINER) acondicionando y sin acondicionar la superficie del compómero sometidos a la prueba de compresión en cizalla, en dos grupos de 15 cilindros, contemplados dentro del mínimo establecido por Fisher para este tipo de investigación en la que se desconoce su población. (Pineda, 2008) (Correa, 2011), preparados In vitro. Esta investigación se realizó en la ciudad de Loja en el Laboratorio "GEOCONS" (Geotecnia, Consultora y Constructora) de acuerdo a los estándares técnicos necesarios para la aplicación del ensayo de resistencia adhesiva en los cuerpos de prueba.

Tipo de Estudio

El diseño de esta investigación es de tipo:

- *Prospectivo,* un estudio que comienza a realizarse en el presente, pero los datos se analizan transcurrido un determinado tiempo, en el futuro.
- • *In vitro experimental,* porque se realizó en un ambiente artificial controlado,
- • *Comparativo* en donde se comparó dos grupos de muestras para examinar cuál de estas cumple mejor las necesidades requeridas para una restauración con una óptima adhesión entre el compómero y una resina compuesta
- • *Descriptivo* ya que se describió los resultados obtenidos.
- *Científico* porque se trató de medir con la mayor precisión posible.
- *Cuantitativo* debido a que fue medido a través del análisis estadístico de los datos.

Población y muestra

Se utilizaron un total de 30 cilindros de muestra los mismos que se dividieron en dos grupos, así el grupo 1 en donde no se acondiciono la superficie del compómero y el grupo 2 donde sí se acondicionó la superficie del mismo.

Criterios de inclusión

- Cilindros con especificaciones de acuerdo a la norma ISO 4049

Criterios de exclusión

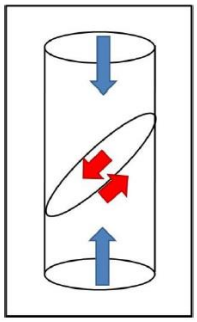
- Cilindros sin especificaciones de acuerdo a la norma ISO 4049

Técnica

Estandarización de las matrices de prueba.

Se fabricó una matriz de prueba en donde se crearon todas las muestras con las mismas medidas, de acuerdo a la norma ISO 4049 (Normalización., 2000), la cual exige que para estudios experimental estos materiales deben tener de 10 mm de alto y 5 mm de espesor, además de un cilindro empacador, el cual tiene una angulación de 45° que ayudara en el momento de colocar los materiales y obtener el ángulo deseado.

Prueba de Resistencia adhesiva



El diseño de la prueba de resistencia adhesiva en la presente investigación se fundamenta en la descomposición de fuerzas sobre un plano inclinado. Si aplicamos cargas compresivas sobre uno de los cuerpos de prueba, parte de la tensión total generada en la interface inclinada se expresa como tensión o esfuerzo de cizalle, mediante el cual se pone a prueba la fuerza de unión entre ambos materiales. Siendo las cargas compresivas aplicadas sobre el eje longitudinal de cada cilindro, la angulación de 45º para la interfase fue escogida debido a que es la que genera el mayor esfuerzo de cizalle, el que corresponde matemáticamente a la mitad de la tensión compresiva total generada sobre el cuerpo de prueba (Reed-Hall, 1971). Es decir, son las condiciones mecánicas más adversas a las que podemos someter la interfase adhesiva. Es así que si la tensión de cizalle supera fuerza de unión, la interfase colapsa (falla adhesiva) y se provoca un deslizamiento entre ambos materiales, generándose la ruptura del cuerpo de prueba. (Correa, 2011)

Instrumentos.

- Hoja de registro de resultados de los cuerpos de prueba

Equipos y materiales

Biomateriales.

- Resina compuesta nanohíbrida (OPALLIS AE2)

- Compómero (ANA LINER)
- Ácido orto fosfórico (ALPHA-ETCH 37%)
- Adhesivo (BONDING ADHESIVE LIGHT CURE)
- Aislante (Vaselina solida)

Instrumental.

- Matriz de acrílico
- Cilindro empacador
- Espátula para resina
- Frascos plásticos herméticos
- Marcadores de tinta
- Microaplicadores
- Guantes nitrilo XS
- Loseta de vidrio
- Hojas de registro para dividir por grupos
- Toallitas desechables

Equipos

- Máquina de Ensayos Universal (MARSHALL)
- Cámara fotográfica (SONY)
- Computadora (ASUS)
- Lámpara de fotocurado. (LÁMPARA DE LUZ LED 3G - L7)

Procedimientos.

Elaboración de los cuerpos de prueba

Se fabricaron 30 cilindros, divididos en 2 grupos de 15 cada uno el primero sin acondicionar la superficie del compómero y el segundo acondicionado la misma, en un extremo con compómero (ANA LINER) como base y en el otro extremo la resina compuesta (OPALLIS AE2).

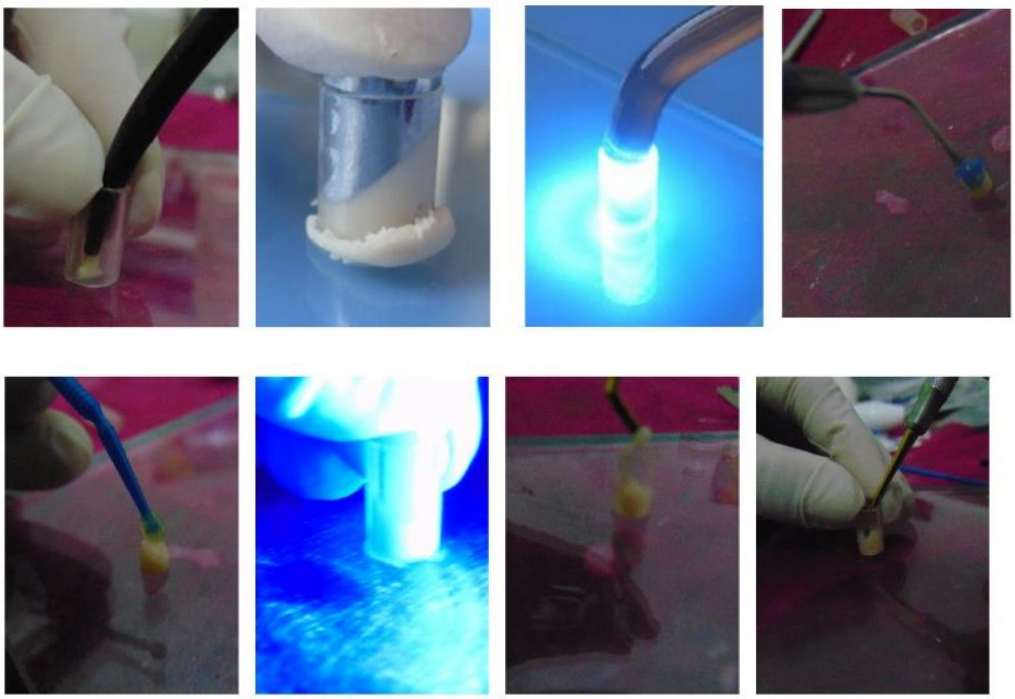
Grupo 1 – Sin acondicionamiento de la superficie del compómero (ANA LINER)

- Se colocó el compómero (ANA LINER), depositándolo directamente sobre la matriz la misma que previamente fue aislada con vaselina, luego con el cilindro empacador se comprimió el material contra una loseta de vidrio durante el tiempo de foto polimerización de 20 segundos (Tyas M. J., 2004) con el fin de reproducir fielmente la forma de la cavidad y el plano inclinado del cilindro interno. (Correa, 2011)

- Seguido se incorporó la resina nanohíbrida (OPALLIS) con una espátula de titanio con incrementos de 2 mm, foto curando por 20 segundos después de cada incremento.
- Una vez alcanzado el diámetro necesario se retiró la matriz, y se prosiguió hasta tener las 15 muestras para este grupo.

Grupo 2 – Con acondicionamiento de la superficie del compómero (ANA LINER)

- Se colocó el compómero (ANA LINER), depositándolo directamente sobre la matriz la misma que previamente fue aislada con vaselina, luego con el cilindro empacador se comprimió el material contra una loseta de vidrio durante el tiempo de foto polimerización de 20 segundos con el fin de reproducir fielmente la forma de la cavidad y el plano inclinado del cilindro interno.
- A continuación se grabó la superficie del compómero con ácido orto fosfórico durante 15 segundos. Y se lavó por el doble de tiempo (30 segundos). (Álvarez, 2009)



- Luego se secó la superficie del compómero, con toallitas absorbentes.
- Se aplicó del adhesivo con un microaplicador, fotopolimerización durante 20 segundos.
- Seguido se incorporó la resina nanohíbrida (OPALLIS) con una espátula de titanio con incrementos de 2 mm, fotocurando por 20 segundos (Tyas, 1998) después de cada incremento.
- Una vez alcanzado el diámetro necesario se retirara la matriz, y se prosiguió hasta tener las 15 muestras para este grupo.

Todas las muestras fueron cubiertas con una capa de vaselina sólida para protegerlas de la desecación y guardadas en frascos plásticos herméticos, uno por grupo, hasta el momento del ensayo.

Luego las muestras se llevaron a la máquina de ensayos universal MARSAHLL PS25, colocándolas una vez en la plataforma, se calibro en cero para evitar alterar los resultados, luego aplicando fuerzas de compresión, con una carga variable, a una velocidad de 0,5 mm/minuto, según la norma ISO 9917 (Normalización, 2010) hasta la separación o fractura.

6. RESULTADOS

Se evaluaron dos grupos de 15 muestras cada uno, ambos grupos fueron sometidos a fuerzas de compresión, con una carga variable, a una velocidad de 0,5 mm/minuto, según la norma ISO 9917 (Normalización, 2010) hasta la separación o fractura. Para ambos grupos la ruptura de los cuerpos de prueba se produjo mediante fallas cohesivas, es decir, fracturas múltiples extendidas a través del compómero y la resina compuesta.

Los datos obtenidos después de realizar las pruebas de resistencia a la compresión son entregados por el software de la maquina en unidades de libras Fuerza, las mismas que deben ser convertidas a Newton, mediante la fórmula 1Lbf= 4,4 N

De acuerdo a la norma ISO 9917 (Normalización, 2010)se registró la fuerza máxima aplicada cuando la muestra se fractura y calcular la fuerza compresiva, C, en Mpa, utilizando la ecuación:

$c = 4P/\pi d2$

Dónde:

p es la fuerza máxima aplicada, en Newtons;
d es el diámetro medido de la muestra, en milímetros.

Análisis estadístico

Los valores de resistencia adhesiva obtenidos se expresaron en Mpa, los cuales fueron anotados en una hoja de registro, luego llevados a una tabla de datos digital en Microsoft Excel 2013. El análisis de los datos se efectuó según la hipótesis de investigación y los objetivos planteados. Los programas computacionales utilizados para el estudio de datos, fue el paquete estadístico SPSS versión 22, los mismos fueron sometidos al análisis estadístico ANOVA, análisis de confiabilidad de Alfa de Conbrach en 95% y T student.

Tabla Nro. 1

Resultados grupo 1. No se acondiciono la superficie del compómero.

N° Muestra	**Carga de Fractura (Lbf)**	**Carga de Fractura (N)**	**Diámetro del cilindro (mm)**	**Resistencia compresiva (Mpa)**
1	385	1712,57	5	34,26
2	310	1378,95	5	40,49
3	250	578,27	5	30,34
4	301	1338,91	5	35,61
5	203	902,99	5	30,97
6	207	920,78	5	35,46
7	302	898,54	5	45,90
8	238	1058,68	5	34,26
9	242	1076,47	5	29,28
10	301	1338,91	5	34,26
11	238	1058,68	5	29,94
12	265	1178,78	5	34,26
13	142	631,65	5	27,97
14	125	667,23	5	32,69
1	150	1272,	5	34,69

5	19			

Fuente: "Geocons" laboratorio
Elaboración: Ing. Ramiro Jiménez responsable geotécnico

En la tabla Nro. 1 y Nro. 2 Se detalla los factores que influyeron para llegar al resultado de la resistencia compresiva los mismos que son la carga de fractura expresado primero en libras fuerza y luego convertido en Newtons y además el diámetro de los cilindros de prueba, que se obtuvo de cada una de las muestras que fueron sometidas durante el ensayo tanto para aquellas que se acondiciono como para las que no.

Tabla Nro. 2

Resultados grupo 2. Se acondiciono la superficie del compómero.

N° Muestra	Carga de Fractura (Lbf)	Carga de Fractura (N)	Diámetro del cilindro (mm)	Resistencia compresiva (Mpa)
1	385	378,1	5	54,51
2	368	302,48	5	53,89
3	279	796,23	5	50,25
4	277	787,34	5	49,61
5	334	596,06	5	51,74
6	294	862,95	5	52,30
7	284	373,85	5	52,01
8	242	1076,47	5	49,98
9	315	511,55	5	52,26
10	242	1076,47	5	50,18
11	355	689,47	5	53,69
12	342	1076,47	5	52,17
13	213	502,65	5	49,10
14	325	556,03	5	51,23
15	325	556,03	5	51,23

Fuente: "Geocons" laboratorio
Elaboración: Ing. Ramiro Jiménez responsable geotécnico

Los valores finales son registrados en Mpa, que corresponden al cociente entre Newton y el área de la reconstrucción de la resina compuesta.

Tabla Nro. 3

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Fuer Comp sin grab (Mpa)	,230	15	,031	,882	15	,052
Fuer Comp con grab (Mpa)	,134	15	,200	,959	15	,675

Fuente: Programa Estadístico SPSS 22.
Elaboración propia

En primer lugar, cada grupo fue sometido al test de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad de los datos, con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Los resultados de este test se resumen en la tabla Nro. 3, donde se observa que en todos los grupos el nivel de significancia es mayor a 0,05 por lo que hay distribución normal de los datos.

Tabla Nro. 4

Datos Estadísticos descriptivos

		Grupo 1 Fuer Comp sin grab (Mpa)	Grupo 2 Fuer Comp con grab (Mpa)
N	Válido	15	15
	Perdidos	0	0
Media		34,0253	51,6100
Error estándar de la media		1,17231	,41670
Mediana		34,2600	51,7400
Moda		34,26	51,23
Desviación estándar		1,54034	1,61387
Varianza		20,615	2,605
Rango		17,93	5,41
Mínimo		37,97	49,10
Máximo		45,90	54,51
Percentiles	10	28,7560	49,4060
	70	34,8440	52,2680

Fuente: Programa Estadístico SPSS 22.
Elaboración propia

Al realizar una media y desviación estándar de los datos registrados se obtuvo lo siguiente: Según los datos obtenidos en la tabla Nro. 4, se puede observar que el grupo 1 presenta una media de fuerzas de 51,61 Mpa, menor a la del grupo 2 que fue de 34,02 Mpa.

Con un máximo de resistencia de 45,90 para el grupo 1 y 54,51 para el grupo 2. Así mismo con un mínimo de 37,97 para el grupo 1 y 49,10 para el grupo 2. Se determinó que en el grupo 2 la resistencia fue mayor.

Tabla Nro. 5

Estadísticas de confiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de grupos
,875	,903	2

Fuente: Programa Estadístico SPSS 22

Elaboración propia

El análisis de alfa de Cronbach es un coeficiente que toma valores entre 0 y 1. Cuanto más se aproxime al número 1, mayor será la fiabilidad, en el caso de esta investigación se observa en la tabla Nro. 5 que el índice de confiabilidad es de 0,8 por lo que se considera confiable los resultados obtenidos.

Tabla Nro. 6

Análisis estadístico T student

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar	Valor P
Fuer Comp sin grab (Mpa)	34,0253	15	4,54034	1,17231	0,114
Fuer Comp con grab (Mpa)	51,6100	15	1,61387	,41670	0,098

Fuente: Programa Estadístico SPSS 22

Elaboración propia

La tabla Nro. 6 muestra los resultados del análisis estadístico t student para resistencia compresiva, se observa un valor de p= 0,114 y 0.098. Siendo este valor mayor a 0,05, se infiere que los grupos no presentan diferencias estadísticamente significativas entre ellos de su resistencia compresiva, por lo tanto se rechaza la hipótesis.

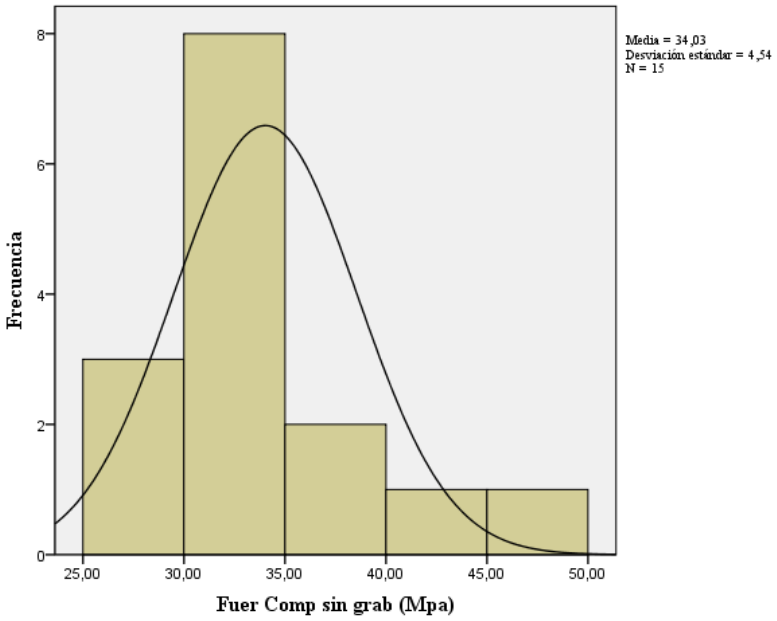


Grafico Nro. 1 Carga Máxima Grupo 1

En el grafico Nro. 1 Se explica la carga máxima del Grupo 1 que soportan las muestras y el número de las mismas que comparten la misma resistencia. Este grupo fue en el que no se acondiciono la superficie del compómero. En el grafico Nro. 2 de igual manera se expresa la carga máxima que soportaron las muestras siendo este grupo aquel al que si se le acondiciono la superficie del compómero.

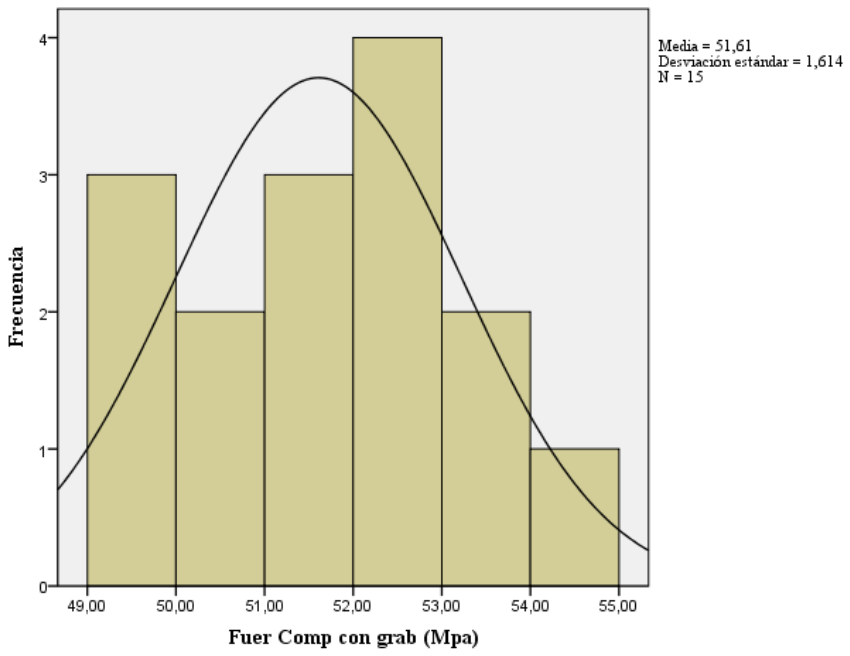


Grafico Nro. 2 Carga Máxima Grupo 2

7. DISCUSIÓN

Con el surgimiento de los compómeros siendo un intento por combinar las mejores propiedades de las resinas y los Ionómeros vidrios, resultan ser un alternativa positiva para mejorar la calidad de una restauración. La unión entre un compómero y la resina compuesta es de naturaleza química y micro mecánica, es por esta razón que deberían existir debates en cuanto al uso o no de grabado de ácido fosfórico sobre la superficie.

A pesar de no ser nueva la incorporación no existen muchos estudios sobre resistencia adhesiva entre la resina compuesta y el compómero, sin embargo existen estudios en donde se compara la resistencia adhesiva entre Ionómeros modificados y la dentina o también con la resina, pero no en donde se ponga a consideración si el uso o no del acondicionamiento es necesario en el compómero, para aumentar o disminuir su resistencia adhesiva con la resina, por consiguiente se realizó la comparación con estudios relacionados al tema, es por esto que el objetivo de este estudio es determinar la resistencia adhesiva en cizalla de la resina compuesta (OPALLIS) acondicionando la superficie del compómero (ANA LINER) y sin acondicionar utilizándolo como Liner.

En el estudio de *Comparación de la fuerza de adhesión entre el ionómero de vidrio (Vitremer) y la resina compuesta, con y sin grabado ácido* (Romero, 2014) en donde el promedio de fuerzas registradas entre el ionómero de vidrio y resina compuesta, sin el uso de ácido fosfórico luego de ser sometidas a fuerzas de cizallamiento fue superior el de acondicionamiento; cabe recalcar que se llegó a la conclusión que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los 3 grupos de estudio que fueron un grupo sin acido, otro grupo con ácido por 15 seg y el último por 35 segundos, a pesar de los resultados en este estudio de Romero, concluyó que el mejor tipo de tratamiento del ionómero utilizado como base antes de colocar una resina compuesta es sin el uso de ácido fosfórico, discrepando con nuestro estudio, en donde se concluye que el acondicionamiento si aumenta la resistencia adhesiva entre los materiales usados, el Compómero (ANA LINER) y Resina (OPALLIS), aunque al igual que el estudio de Romero la diferencia no es estadísticamente significativa.

Con respecto al estudio de Serrano y Colaboradores (*Resistencia adhesiva al corte de resina compuesta a ionómero de vidrio posterior a tratamientos de superficie*), se evaluó el tratamiento de superficie con ácido fosfórico al 37%, con arenado de óxido de aluminio y un grupo control, en donde concluyó que el grupo en el cual se dio tratamiento de superficie con

ácido fosfórico al 37% aumentó de manera significativa ese parámetro en relación a los otros dos grupos, en el caso de nuestra investigación los resultados coinciden en que aumentó la resistencia adhesiva al grupo en el que se acondicionó, aun así la diferencia con el otro grupo de no acondicionamiento, no es estadísticamente significativa, ya que el valor de P es mayor a 0,05.

En los trabajos realizados por. (Fuentes Ugarte, 1988.) *y* (Hinoura K, 1987) llegaron a la conclusión de que la aplicación de ácido ortofosfórico al 37% sobre la superficie del vidrio ionómero incrementa la resistencia de adhesión entre éste y la resina compuesta, sometiendo la interfase entre dichos materiales a tensión de cizalle mediante cargas compresivas, coincidiendo con los resultados obtenidos en nuestro estudio pues mejoró la resistencia adhesiva para el grupo en donde se acondicionó la superficie del compómero.

Por otro lado, Pamir, en su estudio (Efectos de las aplicaciones de grabado y adhesivo en la fuerza de unión entre resina compuesta y cementos de ionómero de vidrio) concluyeron que la aplicación de ácido fosfórico durante 30 segundos fue el grupo que obtuvo un mayor promedio de fuerzas de adhesión, seguido por el grupo sin grabado ácido y por último el grupo con grabado ácido durante 15 segundos, no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. (Pamir, 2012)A semejanza de este estudio, el grupo que obtuvo un mayor promedio de fuerzas fue el cual se acondiciono la superficie del compómero, de igual manera, al realizar los estudios estadísticos, tampoco se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Este estudio y el *Adhesión de resina compuesta a Ionómeros de vidrio con nanorelleno* de (M Carvajal, 2012) difieren en cuanto a las fuerzas obtenidas en los grupos sin grabado ácido ya que en su estudio concluyeron que las fuerzas de resistencia adhesiva registradas fueron superiores en el grupo que no recibió acondicionamiento siendo de 48 Mpa, mientras que en nuestro estudio el grupo con acondicionamiento es el que presento mayor resistencia adhesiva a las fuerzas de cizallamiento con 54,51 Mpa, aunque la diferencia no es estadísticamente significativa entre ambos grupos de estudio.

Es importante analizar, los tipos de fracturas encontradas en las muestras en el momentos de las pruebas de resistencia al cizallamiento, se encontró un mayor porcentaje de fracturas de sustrato, resina-compómero en el grupo 1 (70%) y grupo 2 (90%), siendo semejante al estudio de (Correa, Resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta sobre bases de

ionómero vítreo sometidas a dos tratamientos acondicionadores distintos, 2011) en donde la mayoría de muestras tuvieron fallas cohesivas (fracturas a nivel de la resina compuesta y el vidrio ionómero). Esto se traduce en que la unión adhesiva, presenta una mayor resistencia que las propiedades mecánicas de materiales usados en dicho estudio, logrando de esa forma una buena unión del composite al ionómero.

Los valores estadísticos obtenidos nos ayudan a concluir que el uso del acondicionamiento sobre la superficie del compómero no altera la resistencia adhesiva en gran magnitud para este tipo de procedimientos operatorios, en los que se utilice el Compómero (ANA LINER) y la Resina (OPALLIS). Sin embargo, cabe recalcar que en estos procedimientos se debe utilizar el acondicionamiento únicamente en la zona del esmalte y dentina de la cavidad, para que así se elimine el barrillo dentinario y forme micro porosidades para lograr una mejor adhesión y retención micro mecánica con la resina. (M Carvajal, 2012)

Luego del análisis de resultados se puede afirmar que el grupo 2 que fueron aquellos que recibieron el acondicionamiento de la superficie del compómero presentaron mayor resistencia adhesiva, sin embargo las diferencias entre ambos grupos no fueron estadísticamente significativas, por lo que el acondicionamiento no sería estrictamente necesario en el momento de realizar una restauración con los materiales utilizados en el presente estudio.

8. CONCLUSIONES

- La resistencia adhesiva máxima en cizalla que presenta la resina nanohíbrida (OPALLIS), acondicionando la superficie del compómero (ANA LINER) es de 54,51 Mpa y una mínima de resistencia de 49,10 Mpa.
- La resistencia adhesiva máxima en cizalla que presenta la resina nanohíbrida (OPALLIS) sin acondicionar la superficie del compómero (ANA LINER) es de 45,90 Mpa y un mínimo de 37,97 Mpa.
- Se determinó que el grupo con el acondicionamiento de la superficie del compómero presentó mayor resistencia adhesiva con respecto a la técnica sin acondicionar la superficie del compómero,
- La hipótesis el acondicionamiento previo a la colocación del compómero (ANA LINER) como Liner aumenta la Resistencia adhesiva de la restauración con resina compuesta (OPALLIS), se rechaza debido a que el valor de P es mayor a 0,05, lo que se traduce en que estadísticamente la diferencia no es significativa.

9. RECOMENDACIONES

- Es necesario la realización de más estudios relacionados a la fuerza de adhesión entre el compómero y la resina para obtener mayor información del tema ya que en la actualidad no existe literatura suficiente.
- Realizar, en las mismas condiciones, pruebas de resistencia adhesiva al cizallamiento sobre una mayor cantidad de muestras.
- Se recomienda hacer estudios con el uso de adhesivos auto-grabantes, ya que podría mejorar la adhesión entre el compómero y la resina al poseer las propiedades tanto del ácido fosfórico como del adhesivo.
- Realizar un estudio en donde las muestras sean sometidas a condiciones lo más parecidas a la cavidad bucal.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

A. Reis A. Loguercio. (2012). *Materiales dentales directos.* Brasil: Santos Editora.

Álvarez, M. A. (2009). Microabrasión del esmalte. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Lima*.

Astorga, C. B. (2004). *Texto de Biomateriales Odontológicos.* Universidad de Chile.: 1° Edición. Fac. de Odontología.

Baratieri L. (2011). *Odontología. Fundamentos y Técnicas.* Sao Paulo.

Barkemeier W., &. E. (1994). Shear bond strength of composite to enamel and dentin using Scotchbond Multi-Purpose. . *Am J Dent 7*, 175-179.

Barrancos, P. J. (2006). *Operatoria dental: integración clínica*. Ed. Panamericana.

Bravo, S. I. (2008). *Evaluación de la resistencia adhesiva a la dentina de restauraciones de resina compuesta realizadas con un adhesivo de grabado y lavado y un adhesivo autograbante.* Santiago: UNIVERSIDAD DE CHILE.

Busato A., S. (2005). *Odontología restauradora y estética.* Brasil: Editorial Amolca.

Cedillo, V. (2010). Factor C en operatoria dental. *Revista ADM; 67(2)*, 83-87.

Conduct, T. D. (07 de 05 de 2018). *DIRECTA directadental.com*. Obtenido de http://www.directadental.com/products/restorative/ana-liner

Correa, N. A. (2011). Resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta sobre bases de ionómero vítreo sometidas a dos tratamientos acondicionadores distintos. *UNIVERSIDAD DE CHILE*, 34.

Correa, N. A. (2011). *Resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta sobre bases de ionómero vítreo sometidas a dos tratamientos acondicionadores distintos.* Santiago - Chile: PRI – ODO: 10/002.

Correa, N. A. (2011). *Resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta sobre bases de ionómero vítreo sometidas a dos tratamientos acondicionadores distintos.* Chile.

Cova, J. (2010). Biomateriales dentales. En J. Cova, *Biomateriales dentales.* (págs. Págs.: 245-284). Amolca: Venezuela: Segunda edición.

De Menezes, F. C.-M. (2011). Influencia de la orientación de los túbulos dentinarios en la resistencia de unión utilizando dos tipos de sistemas adhesivos. *Acta Odontológica Venezolana, 49(1).*

Deliperi S, B. (2002). An alternative method to reduce polymerization shrinkage in direct posterior composite restorations. . *J Am Dent Assoc* , 1387-98.

Ehrmantraut N, T. S. (2011). Sellado marginal en restauraciones indirectas, cementadas con dos sistemas adhesivos diferentes . *Rev Clin Periodoncia Implantología Rehabilitación Oral Vol; 4*, 106-109.

Fernández, A. &. (2008). Adhesión a los Tejidos Calcificados del Diente. *Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza*.

FMG. (14 de 10 de 2018). *FMG Estetica*. Obtenido de http://www.fgm.ind.br/site/produtos/estetica-es/opallis/?lang=es

Fuentes Ugarte, M. B. (1988.). Análisis de la efectividad del grabado ácido sobre los cementos vidrio ionómero utilizados como base de restauraciones". Facultad de Odontología Universidad de Chile, Santiago de Chile.

García, D. Y. (2016). Resinas Compuestas. *Scielo*, 3.

Gil, M. A. (2001). Compómero:¿ Vidrio ionomérico modificado con resina o resina modificada con vidrio ionomérico. *Acta Odontologica Venezuela*, 57-60.

Guillen, X. (2015). *Fundamentos de Operatoria Dental.* Portoviejo: Editorial Dreams Magnet, LLC.

Henostroza, G. (2003). *Adhesión en odontología restauradora.* Curitiba: Maio & Asociación Lationoamericana de Operatória Dental y Biomateriales.

Hervás García, A. M. (2006). *Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clinicas.* Odontología Clínica , 216.

Hinoura K, M. B. (1987). Tensile bond strength between glass ionomer cements and composite resins". *J Am Dent Assoc*, 167-172.

Inoue S., V. M. (1999). "Adhesion mechanism of self-etching adhesives. *Advanced Adhesive Dentistry 3° International Kuraray Simposium,*.

Iruretagoyena, M. (2014). Tipos de resina compuesta: La elección para distintos casos clínicos . *Recuperado el 3 de Noviembre de 2014, de Salud Dental para Todos :*, http://www.sdpt.net/OPERATORIADENTAL/tiposresinacompuesta.htm.

Juárez-López, L. A.-C.-Z. (2004). Evaluación clínica de la restauración con el compómero Compoglass en molares primarios. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 30-34.

Lahoud Salem, V. (2002). *Adhesión de los Materiales Dentales.* Odontología Sanmarquina .

Lanata, E. J. (2003). *Operatoria Dental.* Buenos Aires: Grupo Guia .

Loguercio, R. A. (2012). Materiales dentales directos. *Santos Editora*.

M Carvajal, D. L. (2012). Adhesión de resina compuesta a ionómeros de vidrio con nanorelleno. *REVISTA ADM, 69(6)*, 277-281. Recuperado el 2018, de http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=40450

Macchi, R. L. (2007). *Materiales dentales.* Ed. Médica Panamericana.

Masioli M y Colb. (2013.). *Odontología Restauradora de la A a la Z.* Santa Catarina-Brasil: Editora Ponto Ltda.

Miyasaka, T. (1996). Effects of shape and size of silanated fillers on mechanical properties of experimental photo cure composite resins. *J. Dent materials*, 98-110.

Mooney, J. B. (2006). *Operatoria dental: integración clínica.* Ed. Panamericana.

Mount, G. (1995). Some physical and biological properties of glass ionomer cement. *International Dental Journal. 45(2)*, 135-140.

Nakabayashi, N. K. (1982). La promoción de la adhesión mediante la infiltración de monómeros en los sustratos dentales. *Journal of Biomedical Materials Research Parte A , 16 (3)*, 265-273.

Normalización, C. E. (2010). Norma ISO 9917 Dental Water-based cements. *Universidad Complutense*.

Normalización., C. E. (2000). Norma Europea en ISO 4049:2000 Materiales de obturación, restauración y sellado a base de polímeros. *Universidad Complutense*, 3-34.

Pamir T, Ş. B. (2012). Effects of etching and adhesive applications on the bond strength between composite resin and glass-ionomer cements. *Appl Oral Sci.*, 636-42.

Pamir, T. Ş. (20 de Junio de 2012). *Scielo.org.* Obtenido de Scielo.org: Pamir, T., Şen, B. H., & Evcin, Ö. (2012). Effects of etching and adhesive applications on the bond strength between composite resin and glass-ionomer cements. Journal of Applied Oral Science, 20(6), 636-642.

Peutzeldt, A. (1996). Compomers and Glass Ionomers: Bond Strength to Dentin and Mechanical Properties. *Am. J. Dent.*, 259 - 263.

Puckett, A. D. (2007). "Direct composite restorative materials.". *Dent Clin North Am*, 659-675.

Rebeca, H. D. (2015). *Bases y Forros Cavitorios.* Colombia : COBIX.

Reed-Hall, R. (1971). Principios de Metalurgia Física. En R. Reed-Hall, *Principios de Metalurgia Física* (págs. pags. 152, 153-4 cap. 5 “Dislocaciones y límites de grano”.). 21ª edición, Ed. Continental.

Rodríguez G, D. R. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. . *Acta Odontologica Venezolana*, 1-18.

Romero, T. G. (2014). *Comparación de la fuerza de adhesión entre el ionómero de vidrio (Vitremer) y la resina compuesta, con y sin grabado ácido.* Quito-Ecuador.

Rosatto, C. B. (2015). Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *Journal of Dentistry*.

Salazar, A. (2009). *Odontología Estetica el Arte de la Perfeccion.* Brasil: Artes Medicas.

Sandoval, M. (2005). Estudio comparativo in vitro, al microscopio electrónico de barrido, del efecto sobre la dentina de un sistema adhesivo con grabado ácido total y un sistema adhesivo autograbante. *Universidad de Chile*.

Sano H, C. B. (1994). Tensile properties of mineralized and demineralized human and bovine dentin. *J dent Res*, 1205-.

Sano H., S. T. (1994). “Relationship between Surface área for adhesión and tensile bond strenght – evaluation of a microtensile bond test. *Dent Mater*, 236-240.

Shamszadeh, S. S. (2016). Color stability of the bulk-fill composite resins with different thickness in response to Coffee/Water immersion. *International Journal of Dentistry,*.

Toledano M., O. R. (2003). *Arte y Ciencia de los Materiales Odontológicos” 1ª edición.* Ediciones Avances Médico Dentales.

Tveit, A. E. (1986). Radiographic diagnosis of caries and marginal defect in connection with radiopaque composite fillings. *Dent Mter* , 159-162. .

Tyas M. J., B. M. (2004). "Adhesive restorative materials: a review.". *Aust Dent J*, 112-121.

Tyas, M. (1998). Clinical Evaluation of a Polyacid-modified Resin Composite (Compomer). *Operative Dentistry.*, 77-80;.

Ulrike, F. W. (1996). Marginal adaptation of resin- bonded light-cured glass ionomers in dentin cavities. *Am. J. of Dentistry.*, 253-258.

Uribe, E. J. (1990). *Operatoria dental ciencia y práctica.* Madrid: Ediciones Avances Medico-Dentales. .

Wakasa, K. Y. (1995). Calculation models for average stress and plastic deformation zone size of bonding area in dentine bonding systems. *Dental Materials Journal*, 152-165.

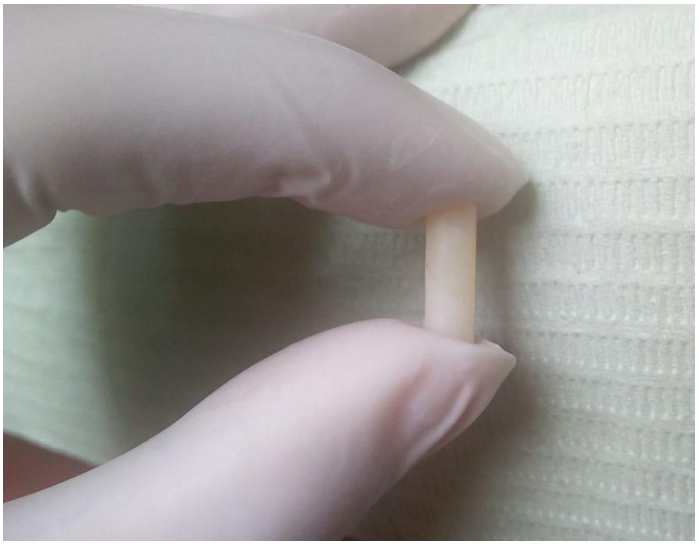
Zanata, R. N. (1997). Bond Strength Between Resin Composite and Etched and Non-etched Glass Ionomer. *Braz Dent Journal* .

11. ANEXOS

Fotografía Nro. 5 MATERIALES UTILIZADOS

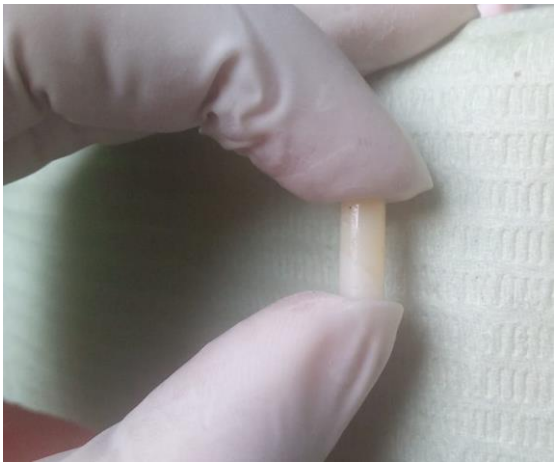
Fotografía Nro. 6 MÁQUINA DE ENSAYOS UNIVERSAL MARSHALL

Fotografía Nro. 7. Preparación de muestras Grupo 1

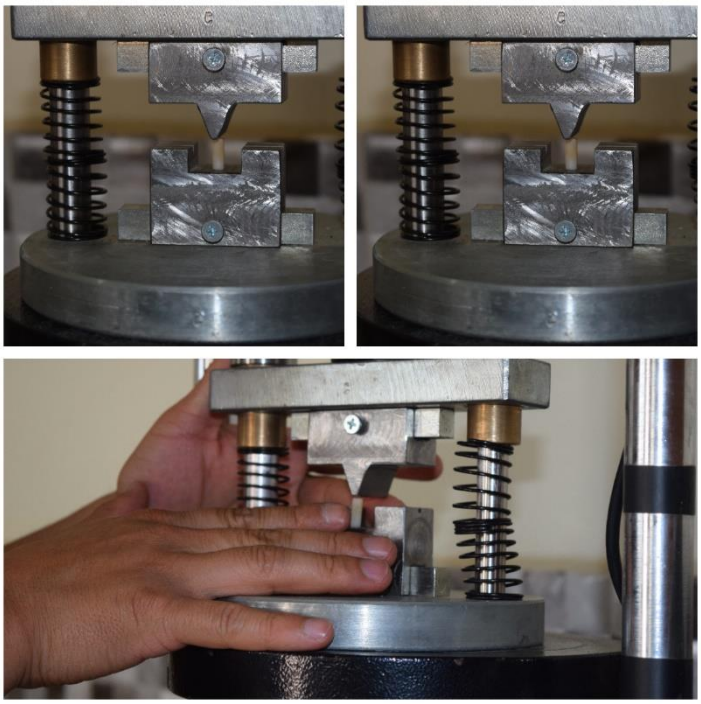


Fotografía Nro. 8. Cilindro grupo 1

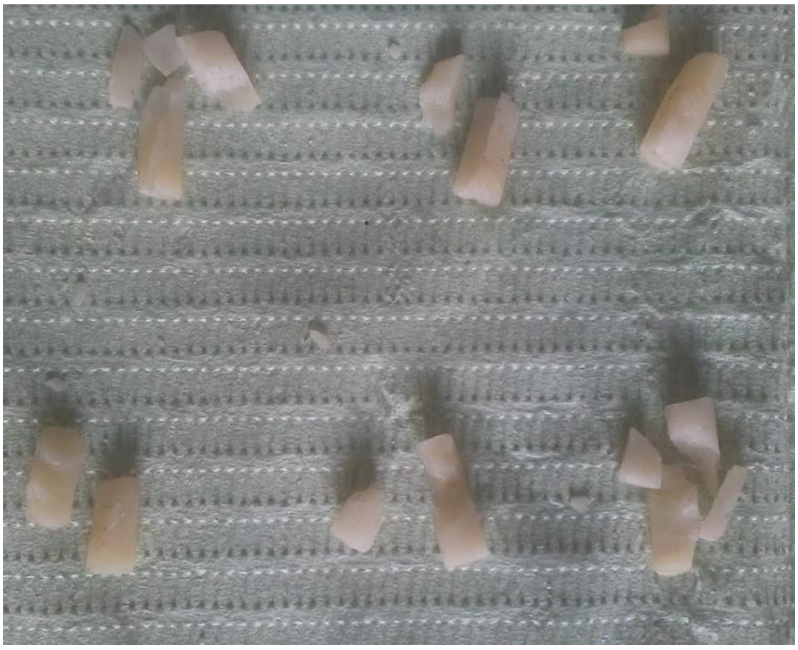
Fotografía Nro. 9 Preparación de muestras Grupo 2



Fotografía Nro. 10. Cilindro grupo 2



Fotografía Nro. 11 Colocaciones de las muestras



Fotografia Nro 12. Grupo 1., Sin acondicionamiento

Fotografia Nro 13. Grupo 2., Con acondicionamiento

Resultados del Laboratorio

GEOCONS
GEOTECNIA, CONSULTORIA & CONSTRUCTORA

"GEOCONS" LABORATORIO

Proyecto	Evaluación de la Resistencia adhesiva entre una resina compuesta y un Compómero utilizado como Liner, estudio in vitro desarrollado en el periodo Octubre Marzo 2017-2018 en la Universidad Nacional de Loja
Solicita	Katty Michelle Ojeda G.
Evaluador	Ing. Ramiro Jiménez Vega (Geocons Laboratorio)
Ubicación	Loja-Loja

DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA COMPRESIVA Y DE LA CARGA DE FRACTURA

De acuerdo a la norma ISO 9917 Registrar la fuerza máxima aplicada cuando la muestra se

GEOCONS
GEOTECNIA, CONSULTORIA & CONSTRUCTORA

"GEOCONS" LABORATORIO

Resultados grupo 2

N° Muestra	Carga de Fractura (Lbf)	Carga de Fractura (N)	Diámetro del cilindro (mm)	Resistencia compresiva (Mpa)
1	385	378,1	5	54,51
2	368	302,48	5	53,89
3	279	796,23	5	50,25
4	277	787,34	5	49,61
5	334	596,06	5	51,74
6	294	862,95	5	52,30
7	284	373,85	5	52,01
8	242	1076,47	5	49,98
9	315	511,55	5	52,26
10	242	1076,47	5	50,18
11	355	689,47	5	53,69
12	342	1076,47	5	52,17
13	213	502,65	5	49,10
14	325	556,03	5	51,23
15	325	556,03	5	51,23

Ing. Ramiro Jiménez

RESPONSABLE GEOTÉCNICO

GEOCONS
GEOTECNIA CONSULTORIA Y CONSTRUCTORA
RUC: 1103587653001

FINE-TUNED ENGLISH
LANGUAGE INSTITUTE

Viernes, 31 de agosto de 2018

CERTIFICADO

Yo, **Gabriela Beatriz Obaco** licenciada en Educación mención Ingles, docente del Instituto Fine Tuned English, con numero de cedula 0705412948 certifico que el resumen de la tesis titulada "**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ADHESIVA ENTRE UNA RESINA COMPUESTA Y UN COMPÓMERO UTILIZADO COMO LINER, ESTUDIO IN VITRO DESARROLLADO EN EL PERIODO OCTUBRE MARZO 2017-2018 EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**." De la autoría de la Srta. Katty Michelle Ojeda Guaicha con numero de cedula 1104115868 fue traducido por mi persona y apruebo el uso del mismo para los fines legales correspondientes.

Lcda. Gabriela Obaco Guaycha

Docente del Instituto Fine Tuned English

"GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia – Consultora & Constructora

Telf: 072-540907
Cel: 0994974048

Loja, 12 de Octubre de 2018

Ing. Ramiro Jiménez Vega
Responsable Geotécnico

Por el presente, certifico que la señorita Katty Michelle Ojeda con cedula de identidad N° 1104115868 ha realizado las pruebas de resistencia adhesiva para la ejecución del proyecto de tesis titulado "Evaluación de la Resistencia adhesiva entre una resina compuesta y un Compómero utilizado como Liner, estudio in vitro desarrollado en el periodo Octubre Marzo 2017-2018 en la Universidad Nacional de Loja", para el cual se realizó las adecuaciones necesarias, como la calibración en cero de la Maquina De Ensayos Universal MARSHALL PS25, asegurando de esta manera que se cumpla con los estándares técnicos necesarios para la aplicación del ensayo de resistencia adhesiva en los cuerpos de prueba.

Saludos cordiales.

Ing. Ramiro Jiménez
RESPONSABLE GEOTÉCNICO

GEOCONS
GEOTECNIA, CONSULTORA Y CONSTRUCTORA
RUC: 1103587653001

NORMA ISO 9917

En la presente investigación se utilizó material restaurativo; a continuación, se mencionan únicamente las especificaciones que realiza la norma ISO 9917 para este tipo de materiales en cuanto a la preparación de muestras de ensayo para realizar la prueba de resistencia adhesiva en estos materiales. Esta norma indica la importancia de que las muestras sean homogéneas después de retirarlas del molde, sin que existan vacíos, hendiduras o burbujas de aire cuando se ve sin aumentó.

Type 1	Class 1	30 Mpa
	Class 2, group 2	50 Mpa
	Class 2, group 1	40 Mpa

Fuente: ISO 9917 (2010)

Para la preparación de las muestras de ensayo la normativa señala que se usará un molde de acrílico, con las siguientes dimensiones: (10 mm) de longitud, (5 mm) de diámetro, en el cual se introducirá el material de acuerdo con las instrucciones del fabricante, eliminando los excesos.

Antes y durante toda la polimerización se deberán colocar una loseta de vidrio sobre las muestras, iniciando el proceso de fotopolimerización desde un extremo de la muestra, luego en el centro y en el extremo contrario de la misma. Al finalizar, cada muestra deberá ser calibrada antes de su almacenamiento hasta el momento de realizar el ensayo de compresión. (Normalización, 2010)

PROYECTO DE TESIS

1. Tema

"Evaluación de la Resistencia adhesiva entre una resina compuesta y un Compómero utilizado como Liner, estudio in vitro desarrollado en el periodo Octubre Marzo 2017-2018 en la Universidad Nacional de Loja."

2. Planteamiento del problema

Los compómeros fueron introducidos en el año 1993 como un grupo de materiales desarrollados teniendo en cuenta las propiedades favorables de los composites y de los ionómeros vítreos (Macchi, 2007), es un monocomponente formado por una resina compuesta (80%) y un ionómero de vidrio (20%), está indicado como material restaurativo en dentición primaria para cavidades clase I, II y III; así como en cavidades sin estrés en dentición permanente (Trummler A, 1998). De esta forma, la literatura nos demuestra que la utilización de los compómeros es diferente a lo que se lleva a cabo hoy en día en clínica, siendo así necesario conocer si el uso que se le da como Liner funciona de manera correcta.

La operatoria dental es el área encargada de restaurar las piezas dentales que son afectadas por una pérdida de sustancia producida por causas infecciosas, como lo son las caries; y no infecciosas como lo son los traumas, abrasiones, erosiones y abfracciones. (Lanata, 2003)

A nivel mundial se ha hecho evidente la necesaria investigación de evaluar la resistencia que tienen la mayoría de materiales de uso diario, siendo como claro ejemplo la utilización de Ionómeros vidrios con resina, y estos mismo materiales con el órgano dentario, cabe recalcar que a pesar de no ser tan nueva la incorporación de los compómeros para su uso clínico, no se han llevado a cabo muchos estudios para comprobar su adhesión a largo plazo, en su uso como Liners.

Para que la restauración de la cavidad tenga éxito y no sufra de fracturas, es indispensable una buena adhesión entre la resina y el compómero en este caso, la bibliografía nos demuestra que para materiales como ionómero y resina no es estrictamente necesario la utilización de grabado ácido y adhesivo ya que este no aumenta o disminuye su grado de adhesión, por lo que en el presente estudio se evaluará si entre el compómero y resina sucede o no un fenómeno similar, siendo de gran importancia los resultados, así se podría lograr garantizar el tiempo clínico.

Las técnicas restauradoras en operatoria dental han implementado el uso de Compómeros, siendo este altamente utilizado en la Clínica Odontológica integral de la Universidad Nacional de Loja, aunque actualmente no existen estudios realizados en el país que confirmen la adhesión del uso de los mismos como Liner.

Recordando que la composición de un compómero no es la misma que un Ionómero que se está utiliza con el mismo fin, ya que "Los compómeros constituyen un grupo de materiales sin relación alguna con los vidrios ionoméricos, los compómeros no son vidrios ionoméricos, sino resinas reforzadas fotopolimerizables con algunas diferencias respecto a las resinas tradicionales" (Ma. Angeles y Colb, 2001)

Teniendo en cuenta que… las resinas compuestas modificadas con poliácidos (compómeros) han sido desarrolladas en un intento de incorporar las propiedades ventajosas de los composites y los vidrios ionoméricos dentro de un solo material. (Millar y Colb, 1998). Pueden llegar a ser un material de elección en el momento clínico.

En vista de no haber estudios que nos corroboren que la utilización de los compómeros con y sin acondicionamiento usados como Liner garanticen la estabilidad y funcionalidad a largo plazo de las restauraciones y que estas se perseveraran en el tiempo estimado, es el motivo que ha llevado a impulsar la necesaria investigación de la utilización correcta de los materiales que actualmente son utilizados en la Clínica Odontológica, en este caso un compómero como Liner y luego ser agregada la resina compuesta para dar una restauración completa.

Teniendo en cuenta que en la actualidad, no se encuentras estudios claros sobre este tema sobre un protocolo claro de si el uso o no de acondicionamiento al Compómero provoca algún cambio en su resistencia a la adhesión, es donde parte el inconveniente de conocer si su resistencia es mayor o menos dependiendo de si se acondiciona o no la superficie de mismo.

Esta investigación se llevara a cabo en la ciudad de Loja, se desarrollará en el Área de Energía y Recursos Renovables en el laboratorio de Geología, utilizando muestras de compómero (Ana Liner) con resina nanohíbrida (Opallis), los cuales serán divididos en dos grupos: en el grupo 1 se acondicionara al compómero y en el grupo 2 no se acondicionara, luego de preparadas estas muestras serán llevadas a una Máquina de Ensayos Universal (Marshall PS25) aplicando fuerzas de cizallamiento, hasta obtener todos los resultados. Por las razones expuestas, surge en mí la siguiente pregunta.

3. Formulación del problema

¿La resistencia adhesiva entre el Compómero y la Resina Compuesta es mayor cuando se acondiciona la superficie qué cuando no se lo hace?

4. Justificación

En la actualidad, la práctica odontológica ha ido más allá de curaciones convencionales, implementando prácticas más conservadoras evitando la eliminación innecesaria de tejido dentario sano con la utilización de técnicas adhesivas para el tratamiento de lesiones cariosas. Sin embargo, es de importante relevancia conocer si es posible lograr una adhesión efectiva de la resina sobre la superficie de un compómero (ANA LINER) siguiendo los protocolos establecidos para la preparación de cavidades.

El objetivo principal de las técnicas adhesivas en una restauración es garantizar la integridad de la unión y el éxito a largo plazo por lo que es de vital importancia la utilización correcta de la gran gama de materiales que se encuentran a disposición hoy en día en el mercado.

El tiempo de vida de una restauración convencional está dentro de 5 a 10 años garantizando su estabilidad y funcionalidad dentro de la boca, siempre y cuando se hayan seguido los protocolos necesarios para realizar este tipo de tratamientos, por lo que conocer a ciencia cierta qué tipo de materiales son más compatibles entre ellos por sus diferentes propiedades físicas es indispensable para que se obtenga los resultados esperados.

Debido a que su incorporación al mercado fue para utilización como material restaurador en clases II y IV en dientes temporales, se ve que su uso ha aumentado en ser usado como Liner en operatorias dentales, así pues cabe recalcar que el permitir conocer si el uso que se le está dando a este material es el adecuado o no, puesto que es de vital importancia si las condiciones en que este se encuentra el Compómero al momento de incorporar la resina influye en su adhesión.

La denominación compómero se utiliza para caracterizar una resina compuesta o composite que posee, una vez polimerizada, las características típicas de un vidrio ionomérico, en el sentido que puede producir una reacción ácido-base similar a la asociada con el ionómero convencional. (Barrancos, 1999). Por lo que un compómero puede ser una alternativa al ionómero en su uso como Liner en tratamientos.

Los resultados que se obtendrán en este estudio serán de gran trascendencia para aportar las técnicas adhesivas en la práctica de operatoria dental, siendo necesario el conocimiento del

grado de adhesión que se obtiene al usar diferente este tipo de materiales durante el tratamiento clínico, además de ser de gran ayuda para las generaciones de profesionales de odontólogos que se desarrollan en su formación académica hoy en día. Por lo expuesto anteriormente, el presente estudio es de gran relevancia clínica dentro de la práctica odontológica beneficiando no solo al odontólogo sino también a los pacientes que se ven involucrados.

Objetivos

4.1. Objetivo General

Determinar la Resistencia adhesiva en cizalla de una resina nanohíbrida (Opallis) si se acondiciona la superficie del compómero (Ana Liner) y sin acondicionar utilizado como Liner.

4.2. Objetivos específicos

- Analizar la resistencia adhesiva en cizalla que posee la resina nanohíbrida (Opallis) si se acondiciona el Compómero (ANA LINER),
- Establecer la resistencia adhesiva en cizalla que posee la resina nanohíbrida (Opallis) si no se acondiciona el Compómero (Ana Liner)
- Comparar si el uso o no de acondicionamiento en el compómero aumenta o disminuye la resistencia adhesiva.

5. Marco teórico

1. Resinas compuestas

1.1.Definición
1.2.Origen
1.3.Composición
1.4.Compatibilidad
1.5.Propiedades mecánicas
1.6.Reacción/Interacción con compómeros
1.7.Reacción/Interacción con Ionómeros
1.8.Ventajas y desventajas

2. Compómero
   2.1.Definición
   2.2.Composición
   2.3.Indicaciones
   2.4.Propiedades mecánicas
   2.5.Compatibilidad
   2.6.Ventajas y Desventajas
3. Liner
   3.1.Definición
   3.2.Características
   3.3.Propiedades
4. Acondicionamiento
   4.1.Grabado ácido.
      4.1.1. Mecanismo de acción del ácido fosfórico
      4.1.2. Indicaciones y contraindicaciones
      4.1.3. Ventajas/desventajas con ácido fosfórico
      4.1.4. Técnica de grabado ácido

2. Sistemas Adhesivos
   2.1.Adhesión
   2.2.Cohesión
   2.3.Clasificación de los sistemas adhesivos

2.4.Tipos de adhesión

2.5.Requisitos de un adhesivo

2.6.Sistemas de adhesión

3. Resistencia Adhesiva

3.1.Definición

3.2.Características

3.3.Propiedades

6. Conceptualización de las Variables

Variables Independientes

Materiales restauradores

- Resina compuesta
- Compómeros

Variables Dependientes

- Resistencia adhesiva

7. Hipótesis

La resistencia adhesiva entre un compómero y la resina nanohíbrida, será mayor con acondicionamiento del compómero, al ser sometidas a fuerzas de cizallamiento.

8. Metodología

8.1. Tipo y Diseño del estudio

En esta investigación se realizará un tipo de estudio:

- *In vitro experimental,* porque se realizará en un ambiente artificial controlado,
- *Comparativo* en donde se comparará dos grupos de muestras para examinar cuál de estas cumple mejor las necesidades requeridas para una restauración con una óptima adhesión entre el compómero y una resina compuesta
- *Descriptivo* ya que se describirá los resultados obtenidos.
- *Científico* porque se trata de medir con la mayor precisión posible.
- *Cuantitativo* debido a que será medido a través del análisis estadístico de los datos.

8.2. Población y muestra

Es un estudio donde se evaluará la resistencia adhesiva entre una resina compuesta y un compómero en dos grupos de 15 cilindros previamente preparados. En donde en uno de los cuales se acondicionará el compómero.

Se utilizaran 30 cilindros de Compómero como base e incorporada la resina compuesta con la técnica incremental esta previamente fabricados para el fin de este estudio.

8.2.1. Criterios de inclusión

- Resina compuesta
- Compómero (ANA LINER)

8.2.2. Criterios de exclusión

- Cementos de ionómero de vidrio para reconstrucción de muñones
- Ionómero de vidrio convencional
- Resina fluida

8.3. Operacionalización de las variables

Variable	Concepto operativo	Dimensión	Indicador	Escala
Resistencia adhesiva	Fuerza de unión que existe entre dos materiales unidos por un Angulo de 45° cuando se aplican fuerzas de presión en sentido vertical	Resistencia a la adhesión	Máquina de Ensayo universal (MARSHAL L PS25)	Mpa (Mega pascales)
Compómero	Los Compómeros son resinas compuestas que poseen, una vez polimerizadas (y en contacto con la humedad), las características típicas de los Ionómeros vítreos, entre ellas la liberación de fluoruros	**Composición** Está constituido por monómeros vinílicos (con enlaces C=C) de alto peso molecular (p.ej.,BIS-GMA/UDMA, etc.) a los que se les agregan monómeros hidrófilos	ANA LINER	Resina con Component es ionomérico s
Resina compuesta	Es un material inerte, no libera flúor ni se adhiere a la superficie dentaria, si no se crea el ambiente propicio	**Composición** Está constituida principalmente por monómeros que son diacrilatos alifáticos o aromáticos siendo el Bis-GMA (bisfenil glicidil metacrilato) y el UDMA (uretano dimetil metacrilato)	OPALLIS	Resina Nanohíbrid a

Materiales y métodos

- Resina compuesta nanohíbrida (Opallis)
- Compómero (ANA LINER)
- Matriz de acrílico
- Cilindro empacador
- Espátula para resina
- Frascos plásticos herméticos
- Marcadores de tinta
- Microaplicadores

- Ácido orto fosfórico al 37%
- Adhesivo Single bond
- Guantes nitrilo XS
- Cámara fotográfica
- Loseta de vidrio
- Aislante (Vaselina)
- Máquina de Ensayos Universal (MARSHALL)
- Hojas de registro para dividir por grupos
- Computadora
- Lámpara de fotocurado
- Programas de procesamiento de datos: Shapiro-Wilk, y ANOVA
- Toallas

MÉTODOS

Se fabricaran 30 cilindros, de acuerdo a la norma ISO 4049: 2000, la cual exige que para estudios experimental estos materiales deben tener de 10 mm de alto y 2 mm de espesor, con compómero como Liner e incorporada la resina con la técnica incremental foto polimerizando por 20 seg después de cada incremento.

Se fabricara una matriz de prueba en donde se crearan todas las muestras con las mismas medidas. Además de un cilindro empacador, el cual tendrá una angulación de 45° que ayudara en el momento de colocar los materiales y obtener el Angulo deseado. Las cuales se dividirán en dos grupos:

Grupo 1 – Estará conformado por 15 bloques. Sin acondicionamiento

- Se colocará 1,5 mm de compómero (ANA LINER), depositándolo directamente sobre la matriz la misma que previamente fue aislada con vaselina, luego con el cilindro empacador será comprimido el material contra una loseta de vidrio durante el tiempo de fotopolimerizacion de 20 segundos con el fin de reproducir fielmente la forma de la cavidad y el plano inclinado del cilindro interno.
- Seguido se incorporara la resina nanohíbrida (OPALLIS) con una espátula de titanio con incrementos de 2 mm, fotocurando por 20 segundos después de cada incremento.

- Una vez alcanzado el diámetro necesario se retirara la matriz, y se proseguirá hasta tener las 15 muestras para este grupo

Grupo 2 – Estará conformado por 15 bloques de Compómero. Con acondicionamiento.

- Se colocará 1,5 mm de compómero (ANA LINER), depositándolo directamente sobre la matriz la misma que previamente fue aislada con vaselina, luego con el cilindro empacador será comprimido el material contra una loseta de vidrio durante el tiempo de fotopolimerizacion de 20 segundos con el fin de reproducir fielmente la forma de la cavidad y el plano inclinado del cilindro interno.
- Grabado del compómero con ácido acondicionador durante 15 segundos. Lavado por el doble de tiempo (30 segundos)
- Secado de la superficie con bolitas de algodón.
- Aplicación del adhesivo Single bond con microaplicador. Dispersión con aire suave y fotopolimerización durante 10 segundos.
- Seguido se incorporara la resina nanohíbrida (OPALLIS) con una espátula de titanio con incrementos de 2 mm, fotocurando por 20 segundos después de cada incremento.
- Una vez alcanzado el diámetro necesario se retirara la matriz, y se proseguirá hasta tener las 15 muestras para este grupo.

Una vez fabricados, los cilindros serán colocados en una plataforma acrílica lo que permitirá una mejor manipulación y su posterior colocación en la máquina de pruebas. Todas las muestras serán cubiertas con una capa de vaselina sólida para protegerlas de la desecación y guardadas en frascos plásticos herméticos, uno por grupo, hasta el momento del ensayo.

Prueba de resistencia adhesiva

Las muestras serán llevadas a la máquina de ensayos universal, colocándolas en la plataforma, aplicando fuerzas de presión vertical, con una carga variable, a una velocidad de 0,5mm/minuto (según la norma ISO 9917-2:2010), hasta la fractura.

Se aplicara cargas compresivas sobre uno de los cuerpos de prueba, así parte de la tensión total generada en la interfase inclinada se expresara como tensión o esfuerzo de cizalle, mediante el cual se pone a prueba la fuerza de unión entre ambos materiales.

8.4. Procesamiento de datos y análisis de resultados

Los valores de resistencia adhesiva obtenidos se expresaran en Mpa, se almacenaran en una hoja de Microsoft Excel para luego ser tabulados y sometidos a un análisis estadístico descriptivo calculando el promedio, la desviación estándar.

Serán en primer lugar, sometido al test de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad de los datos en un análisis estadístico descriptivo, con un nivel de significancia de $\alpha = 0{,}05$.

Luego del análisis estadístico descriptivo se realizará el análisis inferencial de los datos, con el Test ANOVA.

Finalmente el test HSD de Tukey nos mostrará si se presentan valores estadísticamente diferentes entre los grupos de estudio.

Aspectos administrativos

ACTIVIDAD	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO			
Aprobación del Proyecto de investigación	X	X	X	X																								
Organización logística de la investigación							X	X	X	X																		
RECONOCIMIENTO DE CAMPO											X	X																
TRABAJO DE CAMPO													X	X	X	X	X	X	X	X								
SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN/ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS																					X	X	X					
ELABORACIÓN DE CONCLUSIONES																								X	X			
LEVANTAMIENTO DE TEXTO DE INFORME FINAL																										X	X	
PRIMERO BORRADOR																												X

Cronograma de actividades

1.1. Presupuesto

DETALLE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL	FINANCIAMIENTO
Guantes Nitrilo XS	1	Caja	9,00	9,00	Tesista
Mascarillas	1	caja	4,00	4,00	Tesista
Compómero ANA LINER	1	caja	120,00	120,00	Tesista
Resina Nanohíbrida Opallis	1	kit	60,00	60,00	Tesista
Adhesivo single bond	1	frasco	25,00	25,00	Tesista
Acrílico transparente	2	libras	10,00	20,00	Tesista
Microaplicadores	1	frasco	10,00	10,00	Tesista
Transporte	10	Veces	0,30	3,00	Tesista
TOTAL				251,00	Tesista

Bibliografía

- Mooney, J. B., & Barrancos, P. J. (2006). Operatoria dental: integración clínica. Ed. Médica Panamericana.
- Macchi, R. L. (2007). Materiales dentales. Ed. Médica Panamericana.
- Reyes, A. (2012). Adhesión de resina compuesta a ionómero de vidrio con nanorelleno. México. Revista ADM.
- Tyas, M. J. (2006). Clinical evaluation of glass-ionomer cement restorations. Journal of Applied Oral Science, 14(SPE), 10-13.
- Cedillo Valencia, J. D. J. (2011). Ionómero de Vidrio de alta densidad como base en la técnica restauradora de Sandwich. Revista aDM, 68(1).
- Carrión Bustamante, I. A. (2017). Resistencia cohesiva a través de fuerzas de cizallamiento entre capas de resina microhíbrida usando humectantes resinosos intermediarios (Master's thesis, Quito: UCE).
- Chávez Romero, T. G. (2014). Comparación de la fuerza de adhesión entre el ionómero de vidrio (Vitrimer) y la resina compuesta, con y sin grabado ácido (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2014).
- Gil, M. A., & Sáenz Guzmán, M. (2000). Compómero: ¿Vidrio ionomérico modificado con resina o resina modificada con vidrio ionomérico? Acta Odontol Venez, 39(1), 57-60.
- Veranes, Y., Krael, R., & Álvarez, R. Estudio de la profundidad de curado, absorción y solubilidad en agua de composites dentales fotopolimerizables.
- ISO 4049 Dentistry-Polymer-based filling, restorative and luting materials, 3rd edition 2000.
- PRINCIPAL, T., Bader, M., ASOCIADO, T., & Astorga, C. Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de resina compuesta sobre dos diferentes orientaciones de los túbulos dentinarios.
- Adrianzén Herrera, B. L. (2017). Comparación in vitro de la resistencia adhesiva de los brackets cementados con rely a bond® y orthocem® en dientes bovinos clareados con peróxido de hidrógeno al 35% en diferentes intervalos de tiempo.

- Zeballos López, L., & Valdivieso Pérez, Á. (2013). Materiales dentales de restauración. Revista de Actualización Clínica Investiga, 30, 1498. ISO 690

- Juárez-López, L. A., Rivera-Coello, C., & Ayala-Zúñiga, G. (2004). Evaluación clínica de la restauración con el compómero Compoglass en molares primarios. Revista de la Asociación Dental Mexicana, 61(1), 30-34.