

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

SELLADO MARGINAL Y RESISTENCIA ADHESIVA DE RESINA BULK FILL
APLICANDO GEL DE EDTA AL 18 % COMPARADO CON EL GEL DE ÁCIDO
FOSFÓRICO AL 37% EN EL ACONDICIONAMIENTO DENTAL IN VITRO-
2017

Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista

AUTORA

Llancari Alonzo, Fabiola Lorena

ASESOR

Dr. Mendoza Lupuche, Román

JURADO

Mg. C.D. Quiñones Moreno, Juvenal

Mg. C.D. Moscoso Sánchez, María

C.D. Gonzales Gonzales, Luis

C.D. Montes Alegre, Carlos

Mg. C.D. Manrique Guzmán, Jorge

Lima - Perú

2018

**SELLADO MARGINAL Y RESISTENCIA ADHESIVA DE RESINAS BULK
FILL APLICANDO GEL DE EDTA AL 18 % COMPARADO CON EL GEL
DE ÁCIDO FOSFÓRICO AL 37% EN EL ACONDICIONAMIENTO DENTAL
IN VITRO- 2017**

ASESOR

Dr. Román Mendoza Lupuche

MIEMBROS DEL JURADO

Mg. C.D. Juvenal Quiñones Moreno	Presidente
Mg. C.D. María Moscoso Sánchez	Secretario
C.D. Luis Gonzales Gonzales	Vocal
C.D. Carlos Montes Alegre	Miembro del Jurado
Mg. C.D. Jorge Manrique Guzmán	Suplente

AGRADECIMIENTOS

Al Mg.C.D. Eduardo Vásquez, C.D. Melina Bautista y Luis Robles por su apoyo en la recolección de las muestras. Al Dr. Román Mendoza, C.D. Roberto Veiga y C.D. Luis Lazo por la disposición para revisar el presente trabajo de investigación. Al Ing. Robert Eusebio, quien me permitió el uso de su laboratorio para realizar la tracción y el seccionado de las piezas dentales. Al Mg.Esp.C.D. César Cayo quien amablemente aceptó realizar las lecturas de los especímenes dentales del examen de microfiltración, así como supervisar el proceso de termociclaje y el acto procedimental para la realización del presente trabajo. Al Ph.D.Segundo García por las facilidades brindadas para realizar las lecturas de la prueba de microfiltración en la Universidad Alas Peruanas – Filial Huacho.

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el grado de sellado marginal y resistencia adhesiva en resina Bulk – Fill aplicando gel de EDTA al 18 % en comparación al gel de ácido fosfórico al 37% en el acondicionamiento dental. Se emplearon 60 dientes divididos en 6 grupos, se les realizó cavidades clase I de 3 mm de diámetro y 4 mm de profundidad; se realizó acondicionamiento con gel de ácido fosfórico, gel del EDTA al 18% en 60 segundos y 90 segundos, para poder evaluar la resistencia adhesiva se obturó conjuntamente con un tornillo. Luego, el total de la muestras fueron incubados a 37°C por 24 horas, se termocicló con 500 ciclos entre 5 a 55°C. Para evaluar microfiltración, fueron sumergidos en azul de metileno a 37°C por 4 horas, fueron seccionadas y observados en estereoscopio, para realizar la tracción se empleó la máquina de ensayos universales a una velocidad de 0.75 mm/min hasta que se desprendiera el tornillo con la resina. Con los datos obtenidos, se realizó el análisis de Shapiro Wilk para evaluar la normalidad y el análisis estadístico con las pruebas Kruskal Wallis y ANOVA de un factor para muestras independientes con un nivel de significancia p valor de 0.05. Los resultados arrojan que el acondicionamiento con ácido fosfórico al 37 % presenta mayor microfiltración grado 1 y el promedio de su resistencia adhesiva es de 7.97 Mpa, la microfiltración obtenida con EDTA en 60 segundos presenta equidad entre grado 1 y 2; promedio de resistencia a la tracción de 8.8 Mpa y el EDTA 90 segundos, presentó mayor microfiltración grado 1 y el resto 0 y 2; el promedio de resistencia fue 9.2 Mpa. Se concluyó que no hubo diferencias estadísticamente significativas al comparar los acondicionantes para la prueba de resistencia adhesiva, sin embargo solo se hallaron diferencias estadísticamente

significativas entre el gel de EDTA al 18 % en 60 y 90 segundos en la prueba de microfiltración.

Palabras Clave: Microfiltración(DeCS), Adhesión dental(DeCS), Grabado(DeCS), EDTA (DeCS)

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the degree of marginal sealing and adhesive strength in Bulk - Fill resin by applying 18% EDTA gel compared to 37% phosphoric acid gel in dental conditioning. We used 60 teeth divided into 6 groups, class I cavities were made 3 mm in diameter and 4 mm deep; conditioning was carried out with phosphoric acid gel, 18% EDTA gel in 60 seconds and 90 seconds, in order to evaluate the adhesive strength it was sealed together with a screw. Then, the total samples were incubated at 37 ° C for 24 hours, thermocycled with 500 cycles between 5 to 55 ° C. To evaluate microfiltration were immersed in methylene blue at 37 ° C for 4 hours, were sectioned and observed in stereoscope, to perform the traction, the universal testing machine was used at a speed of 0.75 mm / min until the screw was detached the resin. The data obtained was analyzed by Shapiro Wilk to evaluate normality and statistical analysis with the Kruskal Wallis and ANOVA of a factor for independent samples with a significance level p value of 0.05. The results were that the conditioning with phosphoric acid at 37% presents greater degree 1 microfiltration and the average of its adhesive resistance is 7.97 MPa, the microfiltration obtained with EDTA in 60 seconds presents equity between grade 1 and 2; average of tensile strength of 8.8 MPa and EDTA 90 seconds, showed greater microfiltration grade 1 and the rest 0 and 2; the average resistance was 9.2 Mpa. It was concluded that there were no statistically significant differences when comparing the conditioners, however only statistically significant differences were found between the 18% EDTA gel in 60 and 90 seconds in the microfiltration test.

Keywords: Microstraining (MesH), Dental Bonding (MesH), Acid Etching (MesH), Edetic Acid(MesH).

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	3
2.1.	BASES TEORICAS	3
2.1.1.	Tejidos dentarios	3
2.1.2.	Acondicionamiento dental.	16
2.1.3.	Adhesión	24
2.1.4.	Resinas dentales.	35
2.1.5.	Resistencia adhesiva.	50
2.1.6.	Microfiltración	51
2.2.	ANTECEDENTES	54
2.3.	HIPÓTESIS	63
III.	OBJETIVOS	64
3.1.	OBJETIVO GENERAL	64
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	64
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	66
4.1.	TIPO DE ESTUDIO	66
4.2.	POBLACIÓN/ MUESTRA	66
4.2.1.	Criterios de selección.	66
4.3.	VARIABLES	67

4.3.1.	Definición de las variables.	67
4.3.2.	Operacionalización de la Operacionalización de las variables.	68
4.4.	MÉTODO	69
4.4.1.	Técnica.	69
4.4.2.	Procedimiento.	69
4.5.	CONSIDERACIONES ÉTICAS	84
4.6.	PLAN DE ANÁLISIS	84
V.	RESULTADOS	86
5.2.	ANÁLISIS DESCRIPTIVO	93
5.3.	ANÁLISIS INFERENCIAL	94
VI.	DISCUSIÓN	97
VII.	CONCLUSIONES	101
VIII.	RECOMENDACIONES	103
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	104
X.	ANEXOS	110
	ANEXO 1 Tabla de puntuación para prueba de sellado marginal	111
	ANEXO 2 Ficha de recolección de datos para la variables de sellado marginal – ácido fosfórico al 37%	112

ANEXO 3 Ficha de recolección de datos para la variables de sellado marginal – edta al 18% en 60 seg	113
ANEXO 4 Ficha de recolección de datos para la variables de sellado marginal – edta al 18% en 90seg	114
ANEXO 5 Ficha de recolección de datos para la prueba de resistencia adhesiva	115
ANEXO 6: Matriz de consistencia	116
ANEXO 7 Carta de presentación al laboratorio high techonology laboratory certificate sac.	117
ANEXO 8 Carta de presentación a la universidad alas peruanas – filial huacho	118
ANEXO 9 Vistas fotográficas de la ejecución del trabajo de investigación.....	119
ANEXO 10 Certificado de seccionado de piezas dentales.....	140
ANEXO 11 Vistas fotográficas bajo el estereoscopio de los especímenes dentales.....	141

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Principales proteínas presentes en la matriz orgánica del esmalte
- Tabla 2. Unidades estructurales secundarias del esmalte y sus mecanismos de formación
- Tabla 3. Escala Carolina del Norte para la dentina esclerótica
- Tabla 4. Patrones de grabado ácido en el esmalte dental
- Tabla 5. Metaloproteinasas relacionadas con el complejo dentino – pulpar
- Tabla 6. Clasificación de los adhesivos y sus mecanismos y /o subtipos
- Tabla 7. Principales resinas Bulk Fill de acuerdo a su consistencia, espesor del incremento, necesidad de cobertura y mecanismo de contracción
- Tabla 8. Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk para la resistencia adhesiva por grupos de estudio
- Tabla 9. Grado de sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill acondicionada con el gel de Ácido fosfórico al 37%
- Tabla 10. Grado de sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill acondicionada con el gel de EDTA al 18% a los 60 y 90 segundos de aplicación
- Tabla 11. Resistencia adhesiva in vitro en resina Bulk Fill acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37%
- Tabla 12. Resistencia adhesiva in vitro en resinas Bulk Fill acondicionada con el gel de EDTA al 18% a los 60 y 90 segundos de aplicación

Tabla 13. Comparación en el sellado marginal in vitro en resinas Bulk Fill acondicionadas con el ácido fosfórico al 37% y el gel de EDTA al 18% en 60 segundos de aplicación

Tabla 14. Comparación en el sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el ácido fosfórico al 37% y el gel de EDTA al 18% en 90 segundos de aplicación

Tabla15. Comparación de resistencia adhesiva in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de EDTA al 18% en 60 segundos de aplicación

Tabla 16. Comparación de resistencia adhesiva in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de EDTA al 18% en 90 segundos de aplicación

Tabla 17.Comparación del sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de EDTA al 18% en 60 y 90 segundos de aplicación

Tabla 18. Comparación de la resistencia adhesiva in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de EDTA al 18% en 60 y 90 segundos de aplicación

LISTAS DE GRAFICOS

Grafico 1. Grado de sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill con gel de ácido fosfórico al 37% en 15 seg de aplicación

Grafico 2. Grado de sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill con el gel de EDTA al 18% a los 60 y 90 segundos de aplicación

Grafico 3. Resistencia a la tracción in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con gel de ácido fosfórico al 37 % en 15 seg de aplicación

Grafico 4. Resistencia a la tracción in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con gel de EDTA al 18 % a los 60 y 90 segundos de aplicación

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Esquematación de las medidas del prisma en un corte transversal

Imagen 2. Principales estructuras secundarias del esmalte

Imagen 3. Diagrama de las zonas de la dentina peritubular

Imagen 4. Representación gráfica de las líneas de Von Ebner

Imagen 5. Diagrama del espacio de Czermack y las líneas incrementales

Imagen 6. Patrones de grabado ácido a distintos aumentos

Imagen 7. Representación gráfica de la dentina

Imagen 8. Formación de la capa híbrida

Imagen 9. Esquematación de los adhesivos según sus pasos clínicos

Imagen 10. Evolución de las resinas dentales

I. INTRODUCCIÓN

La odontología restauradora del siglo XX introdujo los conceptos de grabado ácido, barrillo dentinario y adhesión muy importantes ellos para entender el por qué las resinas se retienen en las estructuras dentales.

Bounocuore en 1955, describió el grabado ácido, el cual se realizó con distintas sustancias y a diversas concentraciones hasta establecer el gel grabador: ácido fosfórico al 37%, cuya finalidad es crear rugosidades en los prismas del esmalte y la dentina peritubular e intertubular.

Como resultado de dichas rugosidades se obtendrá una superficie capaz de recibir al adhesivo y el barrillo dentinario, que no es más que parte de las estructuras desmineralizadas y bacterias. La evolución de los adhesivos dentales se ha dado a pasos agigantados a tal punto que no es necesario el grabado y el barrillo dentinario es incorporado a la capa híbrida.

Así como la adhesión es una preocupación constante, la microfiltración es el proceso por el cual hay paso de bacterias, fluidos y otros entre la pared de la cavidad y el material restaurativo, ello altera la integridad de la capa adhesiva influyendo directamente en la longevidad de la restauración.

Pero no solo los adhesivos han evolucionado, las resinas lo hicieron también y en 2010 se creó las llamadas resinas Bulk Fill, que rompe con el método tradicional de aplicación de los materiales de restauración directa pues permite la aplicación de incrementos de 4 mm y de igual modo han mejorado sus propiedades mecánicas, manipulación y proceso de adhesión en comparación de sus antecesoras.

Todos los materiales dentales antes de ser expendidos a la comunidad odontológica son sometidas a diversas pruebas para corroborar sus propiedades; pero en cuanto concierne a la adhesión, se conocen dos test: microfiltración (sellado marginal) y resistencia a la tracción (resistencia adhesiva).

Por esta razón nos planteamos la siguiente pregunta:

¿Qué grado de sellado marginal y resistencia adhesiva presentan las resinas Bulk Fill aplicando gel de EDTA al 18 %, comparado con el gel de ácido fosfórico al 37% en el acondicionamiento dental In vitro?

II. MARCO TEÓRICO

2.1. BASES TEORICAS

2.1.1. Tejidos dentarios

2.1.1.1. Esmalte

Embriológicamente deriva de la capa ectodérmica específicamente del órgano del esmalte, los ameloblastos son los encargados de secretar el tejido adamantino, que tras completar su ciclo de producción e inducción para desaparecer mediante un proceso de apoptosis.

A nivel químico el tejido adamantino está constituido por un 96% de matriz inorgánica seguido de un 3% de agua y 1 % de matriz orgánica.

Ultra estructuralmente está constituido por millones de prismas altamente mineralizados ubicados desde la unión amelodentinaria hasta la superficie libre de la zona bucal.

Dichos primas están constituidos por cristales de hidroxiapatita los cuales son sensibles ante el ataque ácido originado por la caries dental o algún material odontológico.

2.1.1.1.2. *Propiedades físicas del esmalte*

A. Dureza

Es la propiedad por la cual una sustancia o material es resistente al rayado o deformación originada por la diferencia de presiones.

Se ha registrado una dureza de 5 en la escala de Mohs y un valor nominal de 3.1 a 4.7 Gigapascales (GPa), las variaciones en la dureza están en relación a la orientación y cantidad de los prismas.

B. Elasticidad

Debido a la escasa cantidad de agua y sustancia orgánica, la elasticidad es muy baja en la esmalte, ello puede ocasionar macro y microfracturas si no tiene el adecuado soporte dentinario, el cual debe tomarse en cuenta al realizar las preparaciones dentinarias.

La elasticidad es mayor en la zona del cuello y en la periferia de la varilla en un corte transversal.

C. Color y transparencia

El esmalte es translucido, pero adquiere tonalidades blanco- amarillenta aportado por la dentina, las variaciones en la transparencia pueden atribuirse al grado de calcificación.

D. Permeabilidad

Es relativamente escasa, pero se han descrito la existencia de vías submicroscópicas que actúa como un transportador de iones, ellas permite que las topicaciones con agentes fluorados sean efectivos y puedan sustituir los grupos hidroxilos por flúor en los cristales de hidroxiapatita.

2.1.1.1.3. Composición química

A. Matriz orgánica

Es un complejo de multiagregados polipeptídico, de naturaleza no colágena (componentes proteicos), que están en mayor o menor proporción son los que se descubren en la siguiente tabla.

Tabla 1. Principales proteínas presentes en la matriz orgánica del esmalte

Proteína	Descripción
Amelogeninas	Son moléculas hidrófobas, fosforiladas y glicosiladas que abundan durante la amelogenénesis, disminuye gradualmente cuando el esmalte alcanza madurez.
Enamelinas	Moléculas hidrofílicas glicosiladas, que se localizan en la periferia de los cristales. Se piensa que no son secretadas por los ameloblastos y se sugiere que son producto de la degradación de las Amelogeninas.
Ameloblastinas	Son proteínas segregadas por los ameloblastos desde el inicio de la amelogenénesis, se localizan en el proceso ameloblástico de tomes y en la periferia de los cristales y prismas.
Tuftelinas	Se localizan en la unión amelocementario en el inicio de la formación del esmalte.

Fuente: propia

B. Matriz inorgánica

Constituida por sales minerales cálcicas, que se concentran en la matriz del esmalte originando un proceso de cristalización cuyo producto final son cristales de hidroxiapatita.

C. Agua

Se localiza en la periferia de los cristales y aunque su porcentaje inicial es mínimo con el pasar del tiempo este disminuye aún más.

2.1.1.1.4. Unidades estructurales del esmalte

Elas están divididas en unidades básicas y secundarias, las cuales describiremos brevemente en este apartado.

2.1.1.1.4.1. Unidades básicas del esmalte

Se distinguen dos tipos de prismas que lo componen, el primero es el esmalte prismático que está en la mayor parte de la matriz extracelular mineralizada y el

esmalte aprismático que es una sustancia adamantina mineralizada pero no compone prismas.

A. Esmalte prismático

Morfológicamente los prismas presentan 6 μm de espesor y se dispone desde la conexión amelodentinaria hasta la capa superficial del esmalte.

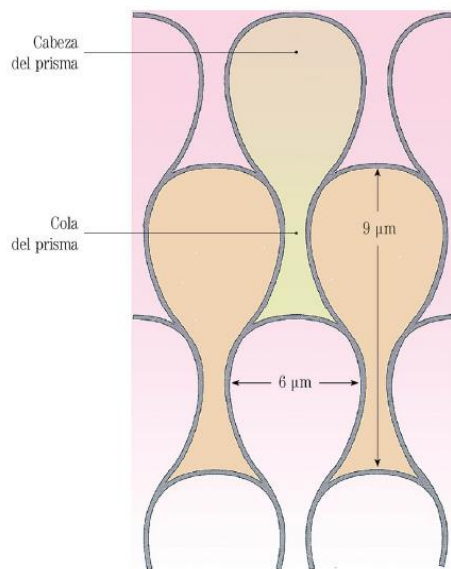


Imagen 1. Gómez de Ferrari, M y Campos, A (2009). Esquemización de las medidas del prisma en un corte transversal.

En los cortes longitudinales las varillas se observan paralelas e irregular y en los cortes transversales se asemeja a un ojo de cerradura de llave antigua permitiendo distinguir dos zonas, la cabeza o cuerpo en forma de cúpula esférica con un diámetro medio de 6 μm y la cola de longitud de 9 μm la cual se sitúa debajo de la cabeza.

B. Esmalte aprismático

Se ubica en la superficie externa del esmalte prismático y posee un espesor de 30 μm .

En relación a su origen se ha descrito dos mecanismos, el primero ligado al proceso de tomes en donde la ausencia o menor desarrollo de este influye en la disposición cristalina y el otro patrón está relacionado con Retzius formando esmalte aprismático y las estrías simultáneamente.

2.1.1.1.4.2. Unidades estructurales secundarias

Son aquellas estructuras que se originan debido a los diversos mecanismos que influyen en las estructuras primarias, las cuales serán resumidas en la siguiente tabla (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

Tabla 2. Unidades estructurales secundarias del esmalte y sus mecanismos de formación

Estructura	Descripción
Diferente grado de mineralización	
Estrías de Retzius	Marca la aposición sucesiva de tejido durante la formación de la corona.
Penachos de Linderer	Se cree que se forman a causa de los cambios bruscos en la trayectoria de las unidades primarias.
Cambios en el recorrido del prisma	
Bandas de Hunter – Schreger	Según la direccionalidad de los cortes con respecto a las estructuras primarias originan dos zonas : Parazona y Diazona
Esmalte nudoso	Se origina probablemente en la amelogénesis por el movimiento de los ameloblastos que se dirigen hacia la periferia
Interrelación entre el esmalte y dentina	
Conexión amelodentinaria	Representa la relación entre el esmalte y la dentina, ella asegura la retención firme entre ambos.
Husos adamantinos	Son formaciones tubulares huecas que alojan las prolongaciones de los odontoblastos, así mismo se cree que existen cristales en forma de aguja.
Líneas de Imbrincación de Pickerill	Están en relación con las estrías de Retzius , ubicados en la zona cervical de la corona
Fisuras y surcos del esmalte	Son invaginaciones de la superficie del esmalte que se ubican en premolares y molares y se presenta en 3 patrones : V , I y Y
Microfisuras del esmalte	Son formaciones finas y delgadas que se extienden desde la superficie del esmalte hasta la dentina y se presenta en tres tipologías : A , B y C.

Fuente: Propia

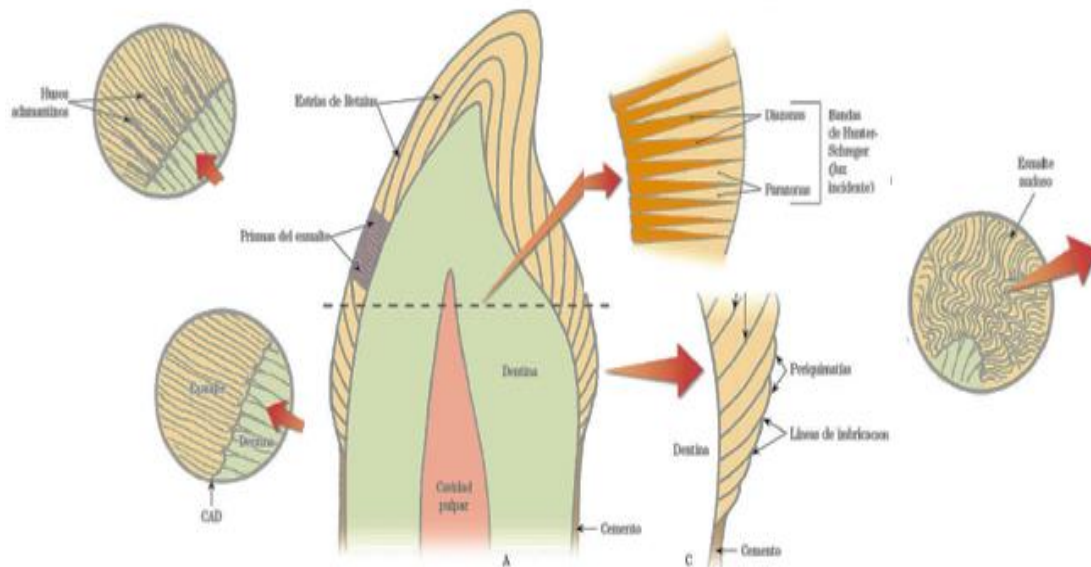


Imagen 2. Gómez de Ferrari, M y Campos A.(2009). Principales estructuras secundarias del esmalte.

2.1.1.2.Dentina

Es un tejido conjuntivo de tipo mineral que se desarrolla a partir de la papila y de la pulpa dental quedándose mineralizada en su fase madura, la dentina es originada a partir del ectomesénquima (Baratieri, 2001).

Este tejido dentinario es el encargado de la protección a la pulpa dentaria, brinda soporte elástico al esmalte. Transmite a la pulpa dentaria una información rápida y efectiva, de los estímulos térmicos, químicos y táctiles, a través de los receptores del plexo nervioso subodontoblástico (Henostroza, 2003).

2.1.1.2.1. Composición de la dentina

La dentina está constituida aproximadamente por un 70% de materia inorgánica (cristales de hidroxiapatita), 18 % de materia orgánica (principalmente colágeno tipo I) y 12% de agua.

2.1.1.2.2. *Propiedades físicas de la dentina*

Podemos mencionar entre sus principales propiedades físicas:

A. Dureza

Se presenta en concordancia al grado de mineralización del sustrato y específicamente en dientes permanentes alcanzan valores entre 0.57 y 3 GPa.

B. Elasticidad

Varía según el porcentaje del componente orgánico y agua. Sus valores medios en dentina permanente varían entre 18-25 GPa en la escala de Young.

C. Permeabilidad

Es dada por el paso de diferentes solutos en los túbulos dentinarios y se concreta a través de dos mecanismos: difusión o presión.

Dichos mecanismos son de vital importancia ya que está relacionada con el proceso de adhesión de los materiales restauradores.

2.1.1.2.3. *Unidades estructurales básicas de la dentina.*

En este apartado los describiremos brevemente.

A. Túbulos dentinarios

Los túbulos dentinarios presentan un diámetro entre 0.5 a 2 μm y en su interior aloja al proceso odontoblástico.

La densidad de los túbulos es variable, en las cercanías a la dentina pulpar hay 45 000 a 60 000 por mm^2 y en la zona externa a la dentina varía entre 15 000 a 20 000 mm^2 aproximadamente.

B. Dentina peritubular o tubular

Conformada por la pared de dentina que rodea a los túbulos dentinarios y se produce cuando se termina de completar la mineralización de la dentina intertubular y se deposita de forma centrípeta al túbulo dentinario.

Es una dentina muy mineralizada y sus cristales de hidroxiapatita son ricos en carbonatos, magnesio y fosforo.

En su estructura posee colágeno tipo III (escasamente) y sustancias no colágenas como glicoproteínas, proteoglucanos y lípidos cálcicos amorfo, la dureza que posee es de 2.45 GPa aproximadamente.

Se pueden distinguir tres zonas en la dentina peritubular:

- Zona hipomineralizada externa:

Es la región más externa de la dentina peritubular.

- Zona hipermineralizada media:

Es la de mayor espesor y más grado de mineralización.

- Zona hipomineralizada interna:

Es la zona menos mineralizada y ella puede obliterar la entrada del túbulo.

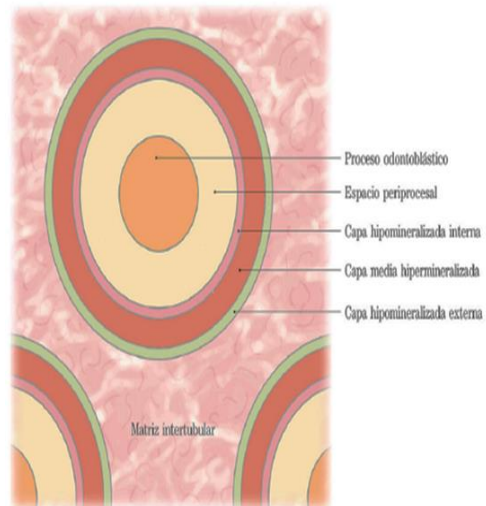


Imagen 3. Gómez de Ferrari, M y Campos, A (2009). Diagrama de las zonas de la dentina peritubular.

C. Dentina intertubular

Compuesta por fibras de colágeno en donde se deposita los cristales de hidroxiapatita.

2.1.1.2.4. Unidades estructurales de la dentina

Son aquellas estructuras que se originan debido a la variación en la mineralización o por la interrelación con el esmalte o el cemento, entre ellos tenemos:

A. Líneas incrementales

Se producen por la aposición continua de dentina y produce dos patrones diferentes y ellas son:

Las líneas incrementales de Von Ebner, que delimita las fases de alternancia de actividad y reposo en la dentinogénesis.

Las líneas de contorno o de Owen, representa zonas de hipomineralización más amplias que las líneas de Von Ebner y se presenta en intervalo irregulares y en número variables.

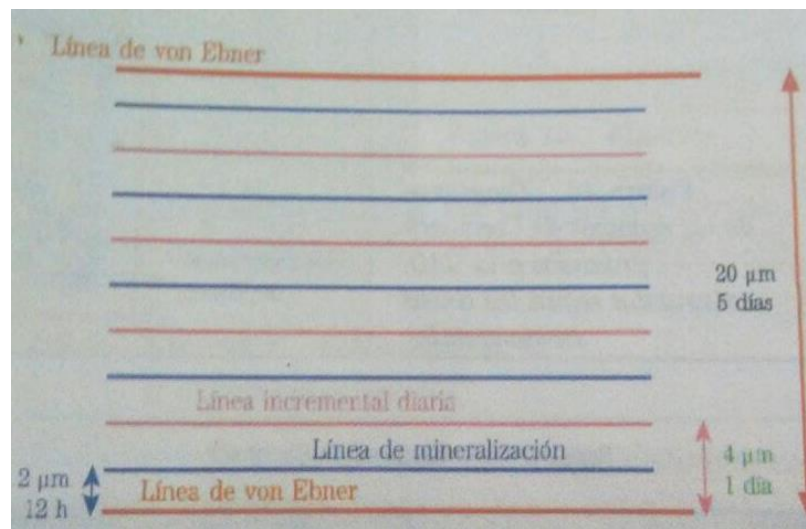


Imagen 4. Gómez de Ferrari, M y Campos, A(2009) .Representación gráfica de las líneas de Von Ebner.

B. Dentina interglobular

También llamado espacios de Czermack y se ubican alrededor de la dentina coronaria y generalmente mide de 150 a 300 μm .

C. Zona granulosa de Tomes

Se ubica en la zona periférica de la dentina radicular, en el microscopio óptico se observa como una franja oscura y mide 50 μm .

D. Bandas dentinarias de Schreger

Indican el cambio de trayecto de los túbulos dentinarios al realizar la curvatura primaria, cuando mayor sea la variación en la trayectoria más evidente será en los cortes por desgaste.

E. Conexión amelodentinaria y cementodentinaria

La primera se reconoce como una línea festoneada y nítida que comprende el esmalte y la dentina. Por el contrario la última es poco evidente.

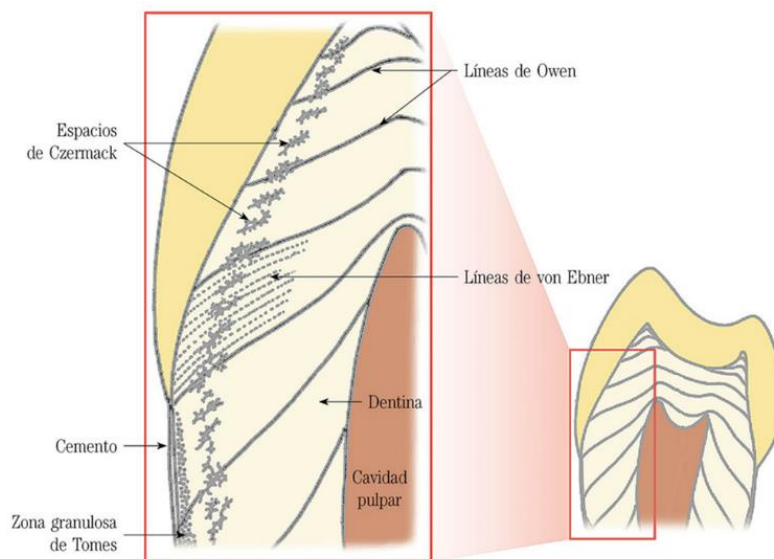


Imagen 5. Gómez de Ferrari, M y Campos, A (2009). Diagrama del espacio de Czermack y las líneas incrementales.

2.1.1.2.5. Clasificación de la dentina:

A) Según la histogenética:

- Dentina primaria

Funcionalmente esta dentina se forma desde las primeras etapas de la dentinogénesis hasta que la pieza dental alcance la oclusión y comprende histológicamente la dentina del manto y la circumpulpar.

- Dentina secundaria

Es aquella que se forma después que se ha concluido la formación de la raíz y puede ser descrita con los siguientes términos: dentina adventicial, regular o fisiológica.

Esta dentina se deposita lentamente pero su producción es continua, mostrando mayor grosor en el piso, paredes y techo, más delgada a nivel de los cuernos pulpaes.

Conforme se va aposicionando mas dentina la cámara pulpar se va a reduciendo de tamaño.

- Dentina terciaria

Conocida también como dentina reparativa, reaccional, irregular o patológica.

Algunos autores diferencian la dentina reactiva de la reparativa, la primera se constituye cuando se está ante un estímulo nocivo de moderada intensidad y la última surge cuando se estimulan a las células pulpaes de reserva y producen una dentina de estructura irregular y con escasos túbulos.

- Dentina de actividad defensiva

Estas dentinas son menos permeables y más resistentes con respecto a dentina normal ante la filtración e invasión bacteriana.

Tenemos dos tipos:

- Dentina translúcida o esclerótica

Suele ubicarse debajo del esmalte, se produce cuando están sometidos a estímulos lentos y persistentes en donde se depositan sales de calcio sobre o alrededor de las prolongaciones odontoblásticas pudiendo llegar a obliterarlas.

En resumen es un proceso de disolución y reprecipitación de sales minerales y se dan en personas adultas mayores.

Según la escala de esclerosis dentinaria de Carolina del Norte, se presentan 4 categorías.

Tabla 3. Escala de Carolina del Norte para la dentina esclerótica

Categorías	Características
Categoría 1	No hay esclerosis evidente. La dentina es opaca sin alteraciones de color. Se aprecia una pequeña translucidez.
Categoría 2	Existe una translucidez irregular que involucra menos del 50% de la superficie
Categoría 3	Presencia de áreas translucidez en más 50% de la superficie.
Categoría 4	La dentina tiene una apariencia de cristal de color marrónáceo. Presenta mayor cantidad de translucidez.

Tomado de: Ceballos, L (2004) Adhesión a dentina afectada por caries y dentina esclerótica.

- Dentina opaca

Se produce ante un estímulo intenso, los odontoblastos se defiende retrayéndose y por ende quedan espacios vacíos en el túbulo dentinario y si este estímulo sobrepasa la capacidad de reparación, el proceso odontoblástico se necrosa con la consecuente formación de gases, líquidos y con el tiempo precipitación de calcio.

Se localiza generalmente en los vértices de los bordes incisales, cuernos pulpares y zonas cervicales.

B) Según la histotopografía:

- Dentina del manto

Es la primera dentina que forma los odontoblastos recién diferenciados, tiene un grosor de 20 μm , se ubica debajo del esmalte y el cemento y presenta mayor cantidad de túbulos.

La matriz orgánica está conformada por fibras de colágeno gruesa que están dispuesta de forma regular, fibras de menor grosor de conformación irregular y sustancia fundamental (rica en glucosaminoglicanos sulfatados)

Inicialmente presenta menos calcificación que la dentina circumpulpar, con los años incrementa su dureza y módulo de elasticidad, su patrón de calcificación es lineal (arrosariada) de 1 a 2 μ de espesor.

- Dentina circumpulpar

Conforma el mayor volumen de dentina que posee la pieza dentaria, abarca desde la dentina del manto hasta la predentina.

Las fibras colágenas son más delgadas con respecto al manto y se disponen irregularmente y su calcificación es de tipo globular.

- Predentina

Es una capa de dentina sin mineralizar de 20- 30 μm de ancho, se situada entre la dentina circumpulpar y los odontoblastos, en su matriz orgánica contiene componentes azufrados.

Dicha capa está encargada de la producción de dentina durante el ciclo vital del diente, he aquí su importancia (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

2.1.2. Acondicionamiento dental.

Es el procedimiento por el cual se modifica la estructura del esmalte y la dentina para ser capaz de integrarse con un material adhesivo.

2.1.2.1. Acondicionamiento en el esmalte.

Bounocuore (1955) difundió la técnica de grabado ácido en el esmalte y de esta manera se dio inicio a la era de la Odontología adhesiva.

El grabado ácido crea microporosidades en la estructura adamantina específicamente en los cristales de hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$) (Ceballos, 2004).

Al ser sometido el esmalte al ácido fosfórico al 37 % se pueden producir distintos patrones como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 4. Patrones de grabado ácido en el esmalte dental

Tipo de patrón	Descripción
TIPO 0	Superficie adamantina sin alteración en su estructura
TIPO 1	Superficie irregular con erosiones de profundidad variable
TIPO 2	Estructura geométrica repetida, sin erosión en el centro de los prismas
TIPO 3	Estructura geométrica repetida, con erosión moderada en el centro del prisma.
TIPO 4	Estructura geométrica repetida con erosión completa en el centro de los prismas
TIPO 5	Pérdida total de definición de las estructuras geométricas y presencia de grandes erosiones.

Tomado de: Meléndez J, Varela R, Cueto G, Mondragón J, Carrillo L, Coronado E, García E, Rojo C. y Orozco K.(2002). Evaluación del grabado de esmalte en piezas con ápice inmaduro y maduro utilizando ácido ortofosfórico al 37% por medio de microscopia electrónica de barrido.

Este procedimiento provee al esmalte características favorables para la adhesión, tales son:

- Provee de limpieza mecánica de la superficie
- Elimina el material orgánico adherido a ella
- Provee una superficie rugosa
- Aumenta el área disponible para la adhesión
- Libera de energía superficial al tejido adamantino (Aguilera, Guachalla, Urbina y Sierra, 2001).

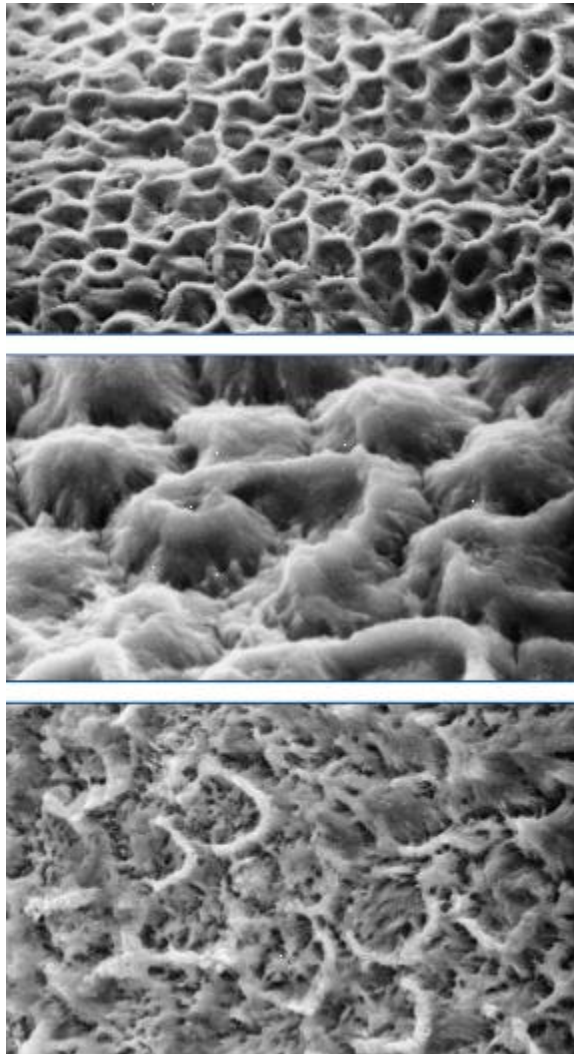


Imagen 6. Gómez de Ferrari, M y Campos, A .Patrones de grabado ácido a distintos aumentos, superior: tipo I x 1500, medio: tipo I y II x 5000 e inferior: tipo III x 2500.

2.1.2.2.Acondicionamiento en la dentina.

En la dentina el agente grabador debe ser capaz de retirar la capa del barrillo dentinario y generar rugosidades en la dentina intertubular e intertubular para la adhesión de resinas poliméricas.

Generalmente este agente permite la disolución del material inorgánico de la dentina en un rango de 3-7 μm (Ramos, Calvo y Fierro, 2015).

Al emplear EDTA (Ácido etilendiaminotetracético) en el tratamiento de la dentina, las fibras colágenas retienen la mayor parte del mineral interfibrilar por lo cual se ven menos afectada por la deshidratación facilitando la infiltración monomérica (Vola, 2016).

2.1.2.3.Sustancias acondicionantes.

2.1.2.3.1. Ácido fosfórico 37%.

Introducido en 1955, es un gel viscoso que ha sido utilizado a diferentes concentraciones entre 30 a 50% y presenta un pH de 0.2 (Esteban, 2005).

Los componentes principales del gel grabador son:

- Ácido fosfórico al 37 %
- Sílice coloidal
- Surfactante
- Pigmento (Sebold, Bosso, Bovi, Dupart, Giannini, 2017).

GRABADO ÁCIDO

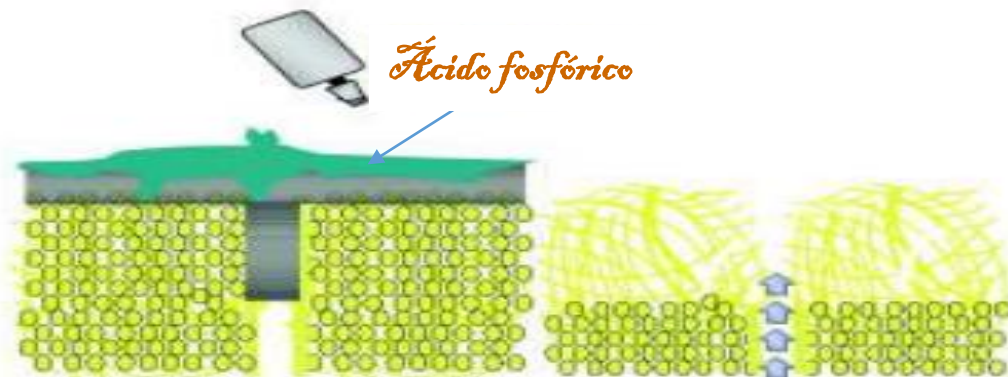


Imagen 7. Dourado, A. y Reis, A. (2006) .Representación gráfica del grabado ácido en dentina, Izq: Corte lateral de la dentina, siendo grabada con ácido fosfórico y Der: exposición de las fibras colágenas tras el acondicionamiento y las flechas representan la permeabilidad dentinaria.

2.1.2.3.2. EDTA (Ácido etilendiaminotetracético)

Químicamente es un ácido orgánico tetracarboxílico derivado del etano ($C_{10}H_{16}N_2O_8$), es un polvo blanco insoluble, inoloro y cristalino (Bogra, 2003).

El EDTA fue introducido en el área de la odontología por Nygaard- Ostby (1957) cuando utilizó una solución quelante constituida por la sal disódica del ácido etilendiaminotetracético para la instrumentación de conductos estrechos y calcificados (Hulsmann, Heckendorff & Schafers, 2002).

Es un agente quelante de iones metálicos y su acción se produce a través de la formación de un grupo de coordinación que constituido por un grupo químico y un ion metálico a través de un enlace covalente o dativo.

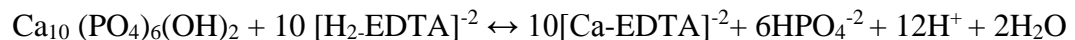
El agente quelante fija al ión metálico y lo separa de la molécula en la que se encuentre, en el área odontológica sustrae efectivamente los iones Ca, Mg, Fe, Cu y Zn.

Según Nikiforuk y Sreebny (1953), "el pH ideal para la descalcificación dentinaria con soluciones de EDTA debe estar cerca al pH neutro, vale decir en valores de 7,5."

Ostby(1953) formulo una solución con un pH de 7.3., bajo el siguiente tenor:

- Hidróxido de sodio 5 N.....9.25 ml
- Sal disódica de EDTA.....17 gr
- Agua destilada100.0 ml (Segura, Jiménez, Llamas y Jiménez,1997) .

Para realizar la desmineralización de la dentina, el EDTA produce la liberación de iones hidrógeno desde la superficie del diente; esto se explica con la reacción entre el EDTA y la hidroxiapatita de la dentina, donde se produce la liberación de hidrogeniones según la siguiente reacción (Yévenes, Reyes, Antúnez, Quevedo y Garrido, 2002).



El pH del EDTA afecta a la disponibilidad del calcio, ya que cuando hay un alto pH de la solución de EDTA induce una mayor actividad quelante debido a la mayor proporción de moléculas ionizadas con respecto a las moléculas no ionizadas, al mismo tiempo los valores de pH altos, producen que el exceso de grupos hidroxilo retrasen la separación de hidroxiapatita, limitando de esta manera la cantidad disponible de calcio.

Por otro lado a valores de pH bajos o neutros, aumentará la velocidad de separación de la hidroxiapatita y su disponibilidad para la quelación del calcio (Sadulah, Selengul&Ibrahim, 2011).

Fehr y Ostby(1963) comprobaron que la aplicación de EDTA sobre la dentina por 5 minutos es capaz de desmineralizar una capa de 20 -30 μm , mientras que la aplicación durante 48 horas logra alcanzar una profundidad de 50 μm aproximadamente.

Según Patterson (1963) que estudio la acción del EDTA arribo a las siguientes conclusiones:

- La dureza de la dentina humana en la escala de Knoop alcanza valores entre 25 a 80 , cuando es sometida al EDTA y la dureza máxima que alcanza es de 1.6
- Cuando el EDTA se dejó en el conducto radicular sin aclararlo, la acción dura por 5 días y alcanza una profundidad 0.28 mm de grosor (Segura et al., 1997).

2.1.2.4.Metaloproteinasas (MMP s)

Son proteínas ubicadas en la matriz extracelular que tienen la capacidad de activar factores de crecimiento, receptores de superficie y moléculas de adhesión.

Bioquímicamente pertenecen a la familia de las endopeptidasas zinc dependientes, cuya actividad la regula los inhibidores tisulares de metaloproteinasas (TIMP s).

Tabla 5. Metaloproteinasas relacionadas el complejo dentino –pulpar

Metaloproteinasas	Producción	Sustrato
MMP-1 MMP-2	Varios tipos de células incluidos los Odontoblastos	Colágeno III, I,II,IV, gelatin I , II, III, uniones de proteoglicanos
MMP-3	Odontoblastos	Colágeno III , NSLRP
MMP-8	Leucocitos, Odontoblastos Fibroblastos	Colágeno I , III
MMP-9	Leucocitos (PMN) Odontoblastos	Colágeno IV, gelatin, fibronectina.
MMP-10	Varios tipos de células, incluidas los odontoblastos.	ColágenoIII,IV,V,gelatin, laminina,fibronectina, uniones de proteoglicanos
MMP-11	Odontoblastos	Otras enzimas humanas
MMP-13	Fibroblastos y osteoblastos	Colágeno II, I , III
MMP-14	Osteoblastos Odontoblastos	Colágeno I, II, III, gelatin , proteoglicanos
MMP-15	Odontoblastos	Fibronectina , MMP-2
MMP-17	Fibroblastos	Gelatin ,TNF α
MMP-20	Ameloblastos Odontoblastos	Gelatin
MMP-23	Odontoblastos	Gelatin

Modificado de: Hidalgo, R (2006). Las metaloproteinasas y el progreso de la lesión cariosa en dentina.

2.1.2.4.1. MMP s relacionadas con odontología restauradora

En la etapa adhesiva de la odontología, como bien sabemos se ha descrito la capa híbrida creada por los adhesivos dentales que son inestables ante medios acuosos debido a la degradación hidrolítica del adhesivo y las fibras colágenas.

Se considera que las MMPs - 8, MMPs -2, MMPs -9, MMPs -3, MMPs-20, están involucrados en dicha degradación, pero quedan inactivas al ser cubiertas por apatita durante la mineralización dentinaria.

Si la dentina sufre un ataque ácido ya sea por un proceso carioso o la aplicación de algún material odontológico, se activan principalmente las MMPs- 2 y MMPs -9 (Pereira y cols, 2016).

2.1.2.4.2. *Inhibidores tisulares de metaloproteinasas (TIMP's)*

Los inhibidores de las MMP's se dividen en específicos y no específicos, pero detallaremos las sustancias específicas debido a su mayor acceso.

El más conocido de ello es la clorhexidina, debido a su inhibición de la actividad de la gelatinasa de cierta MMP's, retardando la degradación de la interfaz adhesiva.

Cuando no se incluye la clorhexidina dentro del procedimiento para realizar una restauración dental, ocurre que el colágeno presente en las fibras se degrada hasta sus aminoácidos respectivos, y en un lapso de 14 meses se produce la degradación completa de la dentina de la superficie adhesiva.

Dado que el presente compuesto es soluble en agua, ella no previene la hidrólisis de la capa híbrida, su acción inhibidora hasta 18 meses desde su aplicación.

El otro agente es el EDTA, que disuelve la fase mineral de la dentina sin alterar sus proteínas, evitando así alteraciones mayores de colágeno fibrilar y con ello mejorar su longevidad.

Tiene un mecanismo de degradación específico dado por la actividad de las MMP's dependientes de los iones calcio (Vola, 2016).

2.1.3. Adhesión

La adhesión es un fenómeno superficial entre dos cuerpos en íntimo contacto, las moléculas de una se adhieren o son atraídas por las moléculas de la otra sustancia (Henostroza, 2003 y Anusavice, 2004).

En odontología el proceso de adhesión es complejo por la distinta histología de los tejidos y la formación del barro dentinario o *Smear Layer*.

Se requiere de la adhesión para oponerse y soportar las fuerzas de contracción durante la polimerización de la resina compuesta y para promover una mejor retención e integridad marginal de la pieza restaurada (Martín, 2004).

2.1.3.1. Objetivos de la adhesión

Bounocuore (1955) plantea lo siguiente en cuanto a los objetivos de la adhesión lo siguiente:

- Adquirir una unión resistente y duradera del material restaurador al diente.
- Proporcionar una interfase diente - restauración con un sellado correcto.
(Mandari, Aguirre y Zamudio ,2015).

Según Norling (2004) el sistema adhesivo debe cumplir tres requisitos:

- Conservar y preservar más estructura dentaria
- Conseguir una retención óptima y duradera
- Evitar microfiltraciones (Martín, 2004).

2.1.3.2. Mecanismo de adhesión

En el esmalte se produce la adhesión mediante la unión micromecánica y en la dentina a través de los tags de resina y la formación de la capa híbrida.

A. Adhesión en esmalte

La adhesión en esmalte se produce en los cristales desmineralizados, producto del grabado ácido con ácido fosfórico según los patrones ya especificados anteriormente.

B. Adhesión en dentina

La capa híbrida fue descrita por primera vez por Nakabayashi (1982) en la cual se produce la infiltración de la resina en las fibras de colágeno desnaturalizado y tras ser polimerizadas, quedan adosadas en ella. Así mismo esta capa proporciona una retención micromecánica a través de los tags de resina que se infiltran en los túbulos dentinarios.

Dicha capa se ve mermada cuando en el proceso de adhesión es contaminado con fluido tales como sangre, saliva, fluido crevicular o agua (Mandari et al., 2015).

La adhesión es efectiva en dentina cuando esta supera valores de 17 Mpa (Martín, 2004).

Al ser tratada con EDTA, no se produce la remoción completa de las fosfoproteínas, que son necesarias por su afinidad por el calcio y con ello la nucleación de la apatita.

Los espacios interfibrilares se vuelven más amplios, lo que se correlaciona con fuerzas de unión intensas siempre y cuando estos espacios sean adecuadamente infiltradas con resina (Vola, 2016).

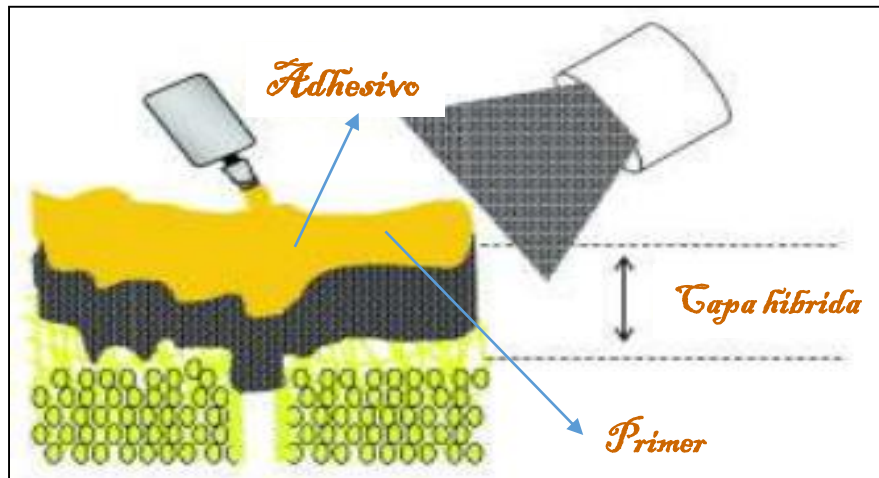


Imagen 8. Dourado, A y Reis, A. (2006). Formación de la capa híbrida, se observa la aplicación de primer y adhesivo sobre la dentina formando la capa híbrida, la cual será fotopolimerizada.

2.1.3.3. Adhesivos Dentales

Es aquella sustancia que colocada en una capa fina tiene la capacidad de adherir el material restaurador al diente, tanto en esmalte como en dentina.

2.1.3.3.1. Componentes de los adhesivos

A. Resinas hidrofílicas o imprimante

Son los encargados de impregnar la capa híbrida y la formación de Tags en base a la humedad de la dentina.

Principalmente son las siguientes compuesto: Pentacrilato Mono fosfato de dipentaeritritol (PENTA), Metacrilato de hidroxietilo (HEMA), Bifenildimetacrilato (BPDM), Dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA), Glicerol fosfato dimetacrilato (GPDM).

B. Resinas hidrofóbicas

Son las llamadas a proporcionar una buena unión de la resina compuesta y lograr que la capa adhesiva tenga el grosor adecuado para soportar el stress masticatorio.

C. Solvente o vehículo

Se han utilizado tres distintos solventes a lo largo de su evolución, ahora se formulan en combinación de solventes.

- Acetona

Este solvente se evapora con bastante facilidad y puede eliminar el agua, si este no está muy concentrado.

Es incapaz de reflotar las fibras colágenas colapsadas cuando el sustrato está seco.

- Etanol

Es un alcohol muy volátil, pero en menor porcentaje que la acetona y tiene propiedades intermedias entre la acetona y agua.

- Agua

Es efectivo en el sustrato seco y pésimo en situaciones de exceso de humedad, permite reflotar las fibras de colágeno.

D. Activadores

Son los encargados de iniciar la reacción de polimerización y estos son las canforoquinonas (sistema foto activado) y complejo amina – peróxido (sistema quimioactivado).

Se han diseñado también adhesivos de curado dual, es decir poseen ambos sistemas.

E. Relleno inorgánico

No son constantes en los sistemas adhesivos pero de poseerlo aportan mejorías en las propiedades mecánicas a través del nanorelleno, así mismo pueden conseguir un adecuado grosor de la capa al ser más denso (Mandari et al., 2015).

2.1.3.3.2. Clasificación de los adhesivos dentales

Para clasificarlos se deben conocer 5 características siendo dos de ellos de mucha relevancia práctica y clínica.

Tabla 6. Clasificación de los adhesivos dentales y sus mecanismos y / o subtipos.

Clasificación de los adhesivos	
Característica	Mecanismo y /o subtipos
Según la eliminación del barro dentinario	Elimina el barro dentinario
	No elimina el barro dentinario
Según el agente grabador	No Autograbantes
	Autograbantes
Según el sistema de activación	Fotopolimerizables
	Autopolimerizables
	Duales
Según su evolución histórica	1 ^{era} a 7 ^{ma} generación
Según sus pasos clínicos	Tres pasos clínicos
	Dos pasos clínicos
	Un paso clínico

Fuente: Propia

A. Según su evolución histórica:

- Primera generación

En su formulación contenía un monómero bifuncional llamado: N- Fenilglicina – Glicidil Metacrilato (NPG-GMA), el cual permitía unirse a la resina a través del Glicidil Metacrilato mientras que el otro extremo se une a la dentina.

El NPG-GMA se une al Bis – GMA para ayudar en la quelación del calcio superficial presente en la dentina.

La capacidad adhesiva era pobre alcanzando valores de resistencia de adhesión de 3 MPa debido a su alta susceptibilidad al agua, reportándose fracasos clínicos a los 6 meses después de su aplicación.

- Segunda generación

Son adhesivos formulados a base de fosfatos, que contenían un monómero hidrófobo, un metacrilato hidrosoluble y un activador químico.

Su mecanismo de unión se basaba en la interacción de los fosfatos y el calcio provenientes de la dentina y el esmalte sin grabar.

La capacidad adhesiva era pobre alcanzando valores de resistencia de adhesión de 2 a 7 MPa.

Clearfil Bond System comercializada por Kuraray y en el caso de Bondlite por Kerr pertenecen a esta generación.

- Tercera generación

Formulados a base de oxalatos, inicialmente una solución de oxalato férrico y luego oxalato de aluminio.

Su mecanismo de acción al parecer despegaba el smear layer para que la resina pueda fluir en los túbulos dentinarios.

Está constituido por tres componentes principales que se comercializan en envases separado: un acondicionador con oxalato férrico al 3.5 %, ácido nítrico al 2.5 % y 94% agua, NPG-GMA en 94% de acetona y el tercer componente es 10% de metacriloxietildi hidrógeno (PM – DM).

El adhesivo Tenure comercializado por Den- Mat pertenece a la presente generación (Camps, 2004).

- Cuarta generación

Esta generación consta de 3 productos por separado: ácido grabador, imprimante (acondicionador o primer) y el adhesivo (bonding).

Son los primeros que fueron formulados en base a la capa híbrida y se considera el Gold Estándar en los adhesivos.

- Quinta generación

Se presenta en dos productos distintos: ácido grabador y la unión del acondicionador y adhesivo en un solo frasco (Mandari et al., 2015).

- Sexta generación

Pertenece a la generación de autograbadores, en donde se elimina el grabado ácido, el cual es reemplazado por un proceso simultáneo de grabado y acondicionado para recibir el adhesivo.

Dentro de ellas encontramos dos tipos, tipo I: el primer autograbador es aireado luego se aplica el adhesivo se airea nuevamente para luego ser fotopolimerizado y en el tipo II: se presenta como la mezcla de imprimador y adhesivo en donde la primera capa se airea y la segunda se fotoactiva.

- Séptima generación

Representa el sistema todo en uno, permitiendo unir los monómeros acídicos hidrofílicos, solventes orgánicos y agua, los cuales son necesarios para la desmineralización de la dentina y la óptima función del sistema.

Con respecto a la resistencia de unión y la nanofiltración, está en duda su efectividad debido a su inestabilidad en el tiempo (Parra y Garzón, 2012).

B. Según los pasos clínicos:

- En tres pasos clínicos (Total Etch Systems)

Requiere de grabado ácido en esmalte y dentina, lavado y secado, asimismo de un imprimante y adhesivo antes de colocar la resina de restauración.

Tiene la ventaja obtener una adecuada adhesión en esmalte y dentina, alcanza valores de resistencia de unión de 31MPa y la desventaja que al ser una técnica de varios pasos es sensible al operador.

- En dos pasos clínicos

Se aplica en sustratos húmedos, en dos tiempos primero el ácido grabador y el segundo el imprimador y el adhesivo juntos en un solo producto.

- Un solo Paso clínico (Single Step all – in –one- Adhesives)

Combina el grabado ácido, imprimación y adhesivo en un solo producto, tiene la ventaja de no requerir lavado y ser de fácil aplicación.

Se reporta valores de resistencia de unión de 20 Mpa (Martín, 2004).

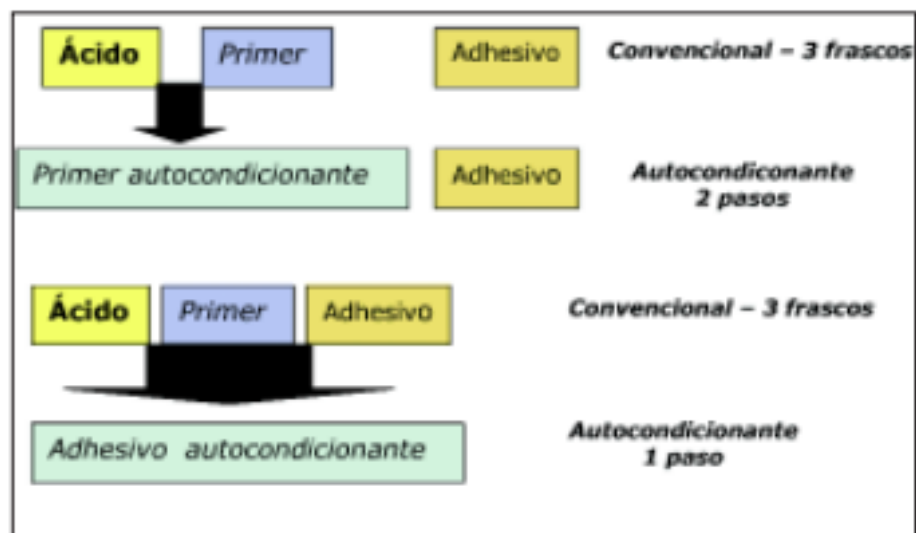


Imagen 9. Dourado, A. y Reis, A. (2006). Esquematización de los adhesivos según sus pasos clínicos.

Los problemas en la adhesión que se describen en este apartado son: fallos adhesivos y cohesivos, en el primero se refiere a las dificultades ocurridas en la interfaz de unión entre dos sustratos distintos y el último describe los eventos desfavorables en el interior de los componentes que participan en el proceso de adhesión

A. Fallos adhesivos

- En esmalte y material adhesivo

Es sabido que el esmalte dental es sustrato ideal para la adhesión, sin embargo diversas situaciones que pueden alterar la interfaz, entre ello tenemos:

- Contaminación con agua o aceite proveniente de la turbina dental.
 - Esmalte contaminado con placa dental, se recomienda limpiarlo con aspersion de bicarbonato, realizarlo con pastas de profilaxis convencionales es desfavorable ya que ellos dejan residuos organicos en la superficie adamantina.
 - Falta de bisel correcto en el esmalte este oscila entre 60° - 80° , es vital decorticar y eliminar la zona aprismática.
 - Eliminación eficiente de los productos del acondicionamiento ácido ya ellos pueden interferir en la difusión del adhesivo.
- En dentina y material adhesivo

La adhesión en dentina es y ha sido un reto en la odontología adhesiva.

Los fallos a este nivel pueden atribuir a las siguientes causas:

- Contaminación de sustrato dental por saliva, sangre o algún fluido
- Acondicionamiento ácido incorrecto de la dentina
- Falta y/o inadecuada formación de la capa híbrida
- Falta de humedad óptima, si existiera exceso de agua se formarían

vesículas acuosas entre el adhesivo y la resina o en su defecto entre el primer y resina hidrofóbica.

Estas vesículas pueden alterar la polimerización al competir el agua con la resina durante el fotocurado.

- Ausencia y/o formación inadecuada de tags intratubulares
- Fallos asociados al vehículo del adhesivo, son conocidos tres solventes, pero debemos tener cuidado cuando se emplee los que contenga acetona y alcohol debido a la evaporación de este durante la manipulación del envase que lo contiene.
- Fallo en la colocación del adhesivo, se debe colocar una capa uniforme y de espesor adecuado para que pueda amortiguar las tensiones producidas por la resina compuesta y durante la masticación.
- Fotocurado incorrecto del adhesivo

El tiempo de exposición a la luz del adhesivo debe ser aplicado según lo indicado por el fabricante y de esta manera evitaremos la desadaptación entre el adhesivo y la dentina.

- En resina compuesta y material adhesivo

Los defectos entre estos sustratos está ligado a la contracción de polimerización es por ello que se recomienda el uso de la técnica incremental o en su defecto se realizara según las especificaciones del fabricante de la resina compuesta.

B. Fallos cohesivos

- Esmalte y dentina
 - Desmineralización excesiva por falta de control en tiempo de aplicación o emplear sustancias no adecuadas para el sustrato.
 - La excesiva tracción de la resina compuesta al ser polimerizada y se acentúa aún más cuando actúa sobre un esmalte debilitado.
- Resina compuesta
 - Contaminación con fluidos entre las capas de resina compuesta lo que implica la degradación de la capa híbrida y pigmentación de la restauración
 - Incrementos de material no adecuado en cuanto al grosor
- Material adhesivo

A este nivel es menos precisa distinguir entre un fallo cohesivo y adhesivo, clínicamente este defecto se manifiesta con nanofiltración y dolor.

2.1.4. Resinas dentales.

Desde el inicio de la Operatoria Dental, se han preocupado por crear el material adecuado para reemplazar los componentes dentales, inicialmente se empleó los silicatos y hacia los años 40 se emplearon las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) que tenía amplias ventajas con respecto a su antecesor

Luego se abrió paso las resinas modernas, Bowen (1962) desarrollo una resina compuesta que integra una matriz de resina de Bisfenol- A- Glicidil Metacrilato (Bis-GMA), partículas de relleno y un agente de acople de ambos componentes antes mencionados.

Este tipo de resinas han sufrido cambios en las partículas de relleno específicamente en el tamaño de la partículas proporcionando en la fase de pulido eficiencia , logrando con ello mayor resistencia al desgaste, así mismo se perfeccionaron para resolver los problemas asociados a la contracción de polimerización.

2.1.4.1. Componentes químicos de las resinas dentales.

En término general las resinas dentales son una mezcla de las partículas de relleno inorgánicas que se unen a la matriz plástica de resina, dicho relleno es recubierto con silano que es un agente de conexión o acoplamiento. Así mismo se incluyen otros componentes en la formulación para optimizar propiedades entre ellas podemos mencionar el proceso de polimerización, viscosidad y opacidad radiográfica así como aportar color, translucidez y opacidad para mimetizarse con la estructura dental natural.

En este apartado describiremos sus componentes y son:

A. Fase orgánica o matriz

Constituidos por una mezcla de monómeros de dimetacrilatos tales como el Bis-GMA que es un dimetacrilato aromático producto de la adición del Bisfenol A y el glicidilmetacrilato, siendo este el más predominante en las resinas compuestas.

Mientras que el dimetacrilato de uretano (UDMA) y TEGDMA, son monómeros alternos que a distintas proporciones aporta un elevado nivel de relleno y viscosidad (Rodríguez y Pereira, 2008).

Otros componentes de la matriz son los iniciadores- activadores, inhibidores, pigmentos y opacificadores (Carrillo y Monroy, 2009).

B. Relleno

Son fibra y/o partículas de refuerzo que se dispersan en la matriz que generalmente están constituidos por cuarzo, vidrio y partículas de sílice coloidal y otros metales como el bario o estroncio para aportar radiopacidad.

Las partículas de relleno cuando están bien adheridas a la matriz proporcionan adecuadas propiedades de refuerzo así mismo el uso de un eficaz agente de conexión para el éxito de la resina compuesta.

- Beneficios del relleno
 - Reducción de la contracción de la polimerización
 - Reducción de la expansión y contracción térmica
 - Aumento de la viscosidad
 - Disminución de la sorción de agua

- Aumento de la radiopacidad por la inclusión de metales pesados
- Aumento de la resistencia a la tracción , compresión y abrasión

C. Agentes de conexión

Es aquel elemento que favorecen la unión entre el relleno y la matriz de resina, universalmente se conoce el empleo de los silanos.

Ellos proporcionan excelentes propiedades físicas, mecánicas y estabilidad hidrolítica, que son importante para el funcionamiento clínico de los compuestos de base de resina.

D. Sistema activador - iniciador de la polimerización

El proceso de polimerización de los monómeros en las resinas compuestas se puede lograr de dos formas y en ambos casos se necesita de la interacción de radicales libres y un estímulo externo que permita dar inicio a la reacción.

En las resinas autocuradas el estímulo proviene de la mezcla de dos pastas, una de las cuales tiene un activador químico (dihidroxietil-p-toluidina) y la otra un iniciador (peróxido de benzoílo).

En el caso de los sistemas fotocurados, la energía de la luz visible provee el estímulo que activa un iniciador en la resina (canforoquinonas, lucerinas u otras diquetonas). Es necesaria que la resina sea expuesta a una fuente de luz con la adecuada longitud de onda entre 420 y 500 nanómetros en el espectro de luz visible.

E. Pigmentos

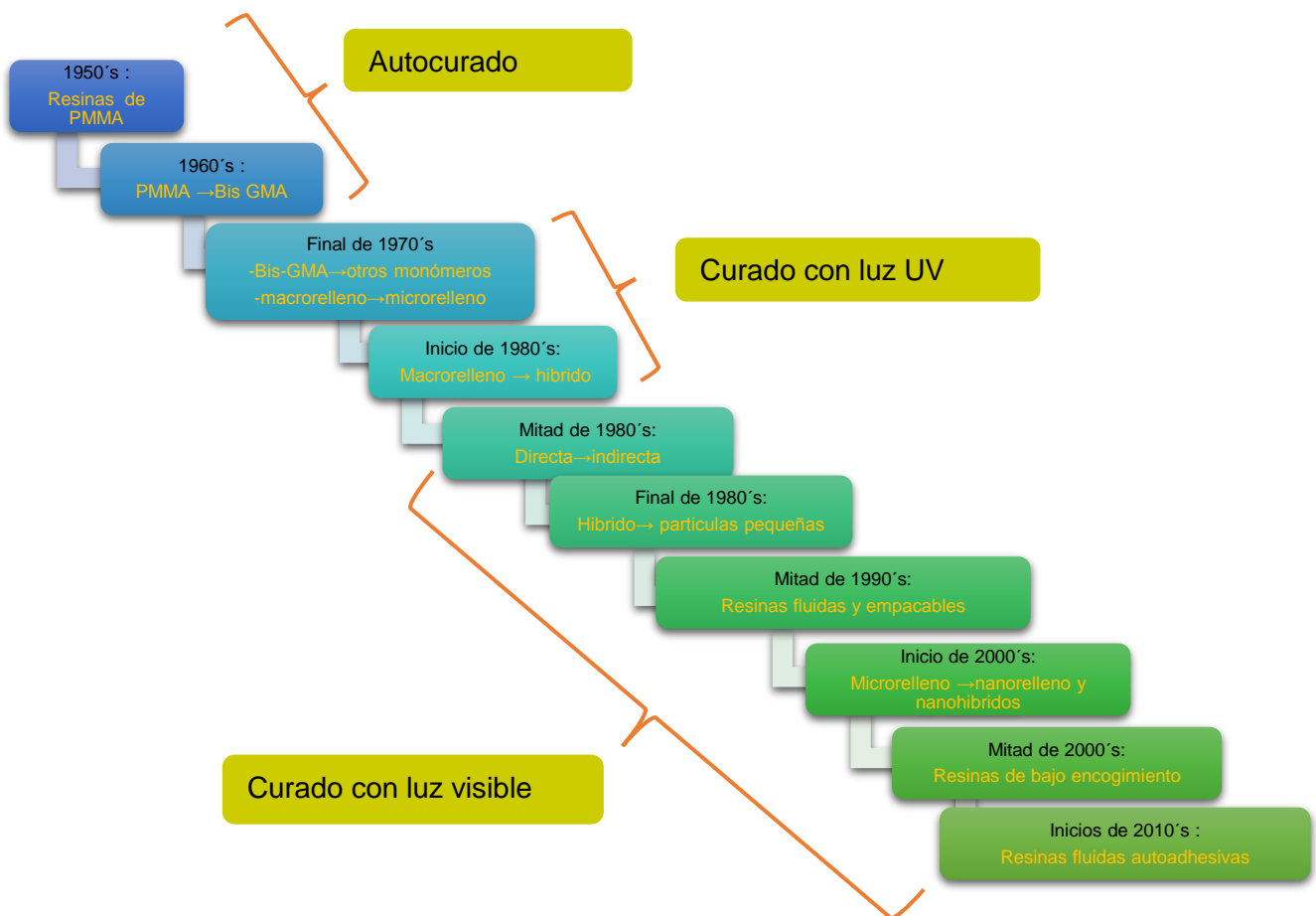
Permiten obtener el color semejante de los dientes en sus distintas tonalidades.

F. Inhibidores de la polimerización

Son usados para minimizar o prevenir la polimerización accidental o espontánea de los monómeros y un tiempo de trabajo adecuado, se emplea hidroxitolueno butilado que se encuentra al 0.01% en peso para tal fin.

G. Modificadores ópticos

Aportan las propiedades de tono y translucidez semejantes a la estructura dental y ello se logra a través de adición de óxidos metálicos tales como el dióxido de titanio y óxido de aluminio y que se encuentran de 0.001-0.007% en peso.



EVOLUCIÓN DE LAS RESINAS DENTALES

Imagen 10: Modificado de: Ferracane J.(2011). Resin composite – State of the art. y Rodríguez D y Pereira N. (2008) Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Evolución de las resinas dentales.

2.1.4.2. Clasificación de las resinas compuestas.

La clasificación proporcionada por Lutz y Phillips es la más utilizada y se basa en el tamaño y distribución de las partículas de relleno ellos toman en cuenta 3 categorías pero actualmente se conocen 5: convencionales o macrorelleno (partículas de 0,1 a 100 μm), microrelleno (partículas de 0,04 μm) y resinas híbridas (con rellenos de diferentes tamaños), híbridos modernos (partículas de 0.4 – 1.0 μm) y nanohíbridas (partículas menores a 01 μm).

A. Resinas de macrorelleno o convencionales

Este tipo de resinas fueron ampliamente utilizadas, sin embargo, sus evidentes desventajas justificaron su desuso entre ellas se puede mencionar el acabado superficial pobre, desgaste preferencial de matriz resinosa, poco brillo superficial y mayor susceptibilidad a la pigmentación.

En cuanto al relleno que se utilizaron en este tipo de resinas, estas fueron: el cuarzo y el vidrio de estroncio o bario. El primero aporta estética y durabilidad pero carece de radiopacidad y los últimos tienen buena radiopacidad pero son menos estables comparado con el cuarzo.

Tienen partículas de relleno con un tamaño promedio entre 10 y 50 μm .

B. Resinas de microrelleno

Estas contienen relleno de sílice coloidal con un tamaño de partícula entre 0.01 y 0.05 μm . Clínicamente estas resinas son óptimas en el sector anterior, debido a que las fuerzas masticatoria son relativamente pequeñas, proporcionan un alto pulimiento y brillo superficial y ello resulta en la alta estética de la restauración.

Sin embargo en el sector posterior muestran algunas desventajas, debido a sus inferiores propiedades mecánicas y físicas como el alto porcentaje de sorción acuosa y coeficiente de expansión térmica.

C. Resinas híbridas

Se denominan así por estar reforzadas por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje en peso de 60% o más, con tamaños de partículas que oscilan entre 0,6 y 1 μm , incorporando sílice coloidal con tamaño de 0,04 μm . Corresponden a la gran mayoría de los materiales compuestos de restauración de actual aplicación.

Son formuladas para uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior con diferentes grados de opacidad y translucidez.

La gran variedad de colores que poseen permite su alta capacidad de similitud con la estructura dental, menor contracción de polimerización, baja sorción acuosa, excelentes propiedades de pulido y texturización, abrasión, desgaste.

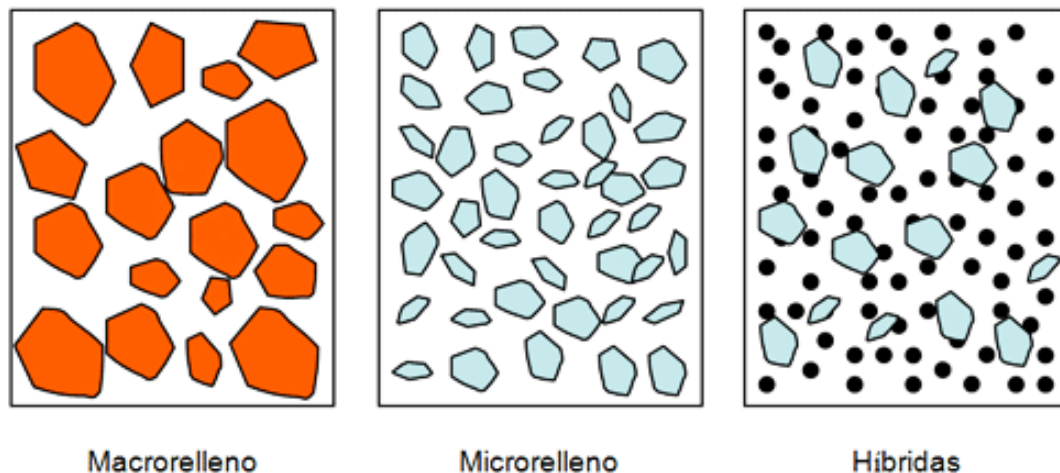


Imagen12. Rodríguez y Pereira (2008). Esquematización de las partículas de relleno de las resinas de macrorelleno, microrelleno e híbridas.

D. Híbridos Modernos

Este tipo de resinas tienen un alto porcentaje de relleno de partículas submicrométricas (más del 60% en volumen).

Su tamaño de partícula reducida (desde $0.4\mu\text{m}$ a $1.0\mu\text{m}$), aunado al porcentaje de relleno que poseen provee una óptima resistencia al desgaste y otras propiedades mecánicas adecuadas.

Sin embargo, estas resinas son difíciles de pulir y el brillo superficial se pierde con rapidez.

E. Resinas de Nanorelleno

Este tipo de resinas son de un desarrollo reciente, contienen partículas con tamaños menores a 10 nm ($0.01\mu\text{m}$), este relleno se dispone de forma individual o agrupados en “nanoclusters” o nanoagregados de aproximadamente 75 nm.

El uso de la nanotecnología en las resinas compuestas ofrecen alta translucidez, pulido superior, similar a las resinas de microrelleno pero manteniendo propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas.

2.1.4.3. Propiedades de las resinas compuestas

A. Resistencia al desgaste

Es la capacidad para oponerse a la pérdida superficial de los componentes de las resinas a consecuencia del roce con la estructura dental ante el bolo alimenticio o algún otro elemento externo.

Esta deficiencia con lleva a la pérdida anatómica de la restauración y con ello la disminución de la longevidad de esta.

La resistencia al desgaste está en relación al tamaño, forma y el contenido de las partículas de relleno, la ubicación de la restauración, la relación interoclusal de la pieza restaurada.

B. Textura superficial

Al examinar la superficie del material debe ser uniforme y está característica esta en relación al tipo, tamaño y cantidad de las partículas de relleno; técnica de acabado y pulido de esta.

Una restauración de resina rugosa favorece la acumulación de placa bacteriana y pigmentos, es por ello que el pulido de la restauración es importante debido a la eliminación de la capa inhibida y aporta el brillo característico de este material que es más acentuado en resinas de nanorelleno.

C. Coeficiente de expansión térmica

Es la propiedad que analiza la relación del cambio dimensional por unidad de tiempo.

La relación del coeficiente de la resina y del sustratos dentales debe ser lo menor posible y con ello habrá menor posibilidad de formación de brechas marginales entre la restauración.

D. Sorción acuosa (adsorción y absorción) y expansión higroscópica

Ambas propiedades se relacionan con la cantidad de agua en la superficie del material, la primera describe la cantidad de agua adsorbida por la superficie del material y la expansión esta en relación con dicha sorción.

La incorporación de agua en las resinas puede causar la solubilidad de la matriz, las resinas híbridas poseen baja sorción acuosa.

E. Resistencia a la fractura

Es la tensión necesaria para provocar la fractura de las resinas y está en relación a la cantidad de relleno.

Las resinas de alta viscosidad son las que presentan alta resistencia a la fractura debido a la mejor absorción y distribución de las fuerzas masticatorias.

F. Resistencia a la compresión y a la tracción

Está relacionada con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: a mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor resistencia a la compresión y a la tracción.

G. Módulo de elasticidad

Esta propiedad indica la rigidez del material, un módulo elástico elevado se corresponde a un material rígido y en viceversa y tendremos un material flexible.

En las resinas compuestas está en relación al tamaño y porcentaje de las partículas de relleno.

H. Estabilidad de color

La alteración del color de las resinas se puede producir externa e internamente, en el caso de la primera se produce por la penetración de colorantes tales como los alimentos y cigarrillos.

La decoloración interna se debe al proceso de foto oxidación de algunos componentes de las aminas terciarias.

Las resinas fotoactivadas son más estable en cuanto a color con respecto a las quimioactivadas.

I. Radiopacidad

Permite la ubicación y evaluación de las resinas en las radiografías, esta propiedad es proporcionada por elementos químicos como el barro, estroncio, zirconio, zinc, iterbio, itrio y lantano.

J. Contracción de polimerización

Durante el proceso de polimerización se generan fuerzas internas en la estructura del material que posteriormente se transforman en tensiones cuando el material está adherido a las superficies dentarias.

En las resinas dentales dichas tensiones se producen en las moléculas de la matriz de la resina que se encuentran separadas antes de polimerizar por una distancia promedio de 4nm, al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esa distancia se reduce a 1.5 nm, este acercamiento de los monómeros provoca la reducción volumétrica del material.

Ante esta problemática se han formulado resinas de silorano, que es un material experimental a base de siloxanos y oxiranos (grupos epóxidos).

Estos componentes son de tendencia hidrofóbicas lo cual reduce la sorción acuosa y con ello las mejoras en sus propiedades físicas.

K. Profundidad de curado

Durante la fotopolimerización se puede producir la insuficiente conversión de monómeros en el fondo de la preparación cavitaria, este comportamiento insuficiente puede acarear la degradación de la resina compuesta, deficientes propiedades mecánicas y reacciones biológicas adversas a causa de la liberación de componentes monoméricos que no llegaron a ser reactivos a la luz (Rodríguez y Pereira, 2008).

De acuerdo con la norma ISO 4049-2009, la profundidad de curado no debe ser menor a 0.5 mm menos de lo especificado por el fabricante (Corral, Vildósola, Beresezio, Alves Dos Campos y Fernández, 2015).

L. Modificación del grado de conversión

Durante el proceso de polimerización se busca la mayor conversión de enlaces dobles entre los átomos de carbono, el uso de moléculas de alto peso molecular son capaces de lograr la conversión entre 90- 100% de los monómeros.

Ante ello se ha formulado los Ormóceros(*Organically modified ceramic*) que son un sistema de moléculas híbridas , uretanos y tio –eter – metacrilato y alcosiloxanos que a diferencia de las resinas compuestas tradicionales su matriz de Bis –GMA/ TEGDMA que es reemplazada por cerámica de mayor peso molecular , disminuyendo así la contracción de polimerización (0.90-2%)(Corral , Vildósola , Beresezio , Alves Dos Campos, Fernández , 2015).

2.1.4.3. Resinas Bulk Fill.

La evolución de los materiales dentales ha permitido compensar las dificultades que presentan las resinas convencionales entre ellas tenemos el tamaño del incremento, es por ello que las resinas Bulk Fill se pueden aplicar en bloques de hasta 4 mm sin afectar la contracción provocada en la foto polimerización.

2.1.4.3.1. Composición de las resinas Bulk Fill

En general los componentes de estas resinas no difieren de las resinas convencionales ya que en su matriz se encuentran monómeros Dimetacrilato de bisfenol etoxilato (EBPDMA), Bis -GMA, UDMA, TEGDMA y otros monómeros modificados en su viscosidad.

Con respecto al relleno, su porcentaje es menor en relación a las resinas convencionales microhíbridas y nanohíbridas.

El aumento en el tamaño de las partículas a 20 μm podría aumentar la profundidad de curado al disminuir la diferencia del índice de refracción entre la matriz y el relleno.

2.1.4.3.2. Tipos de resinas Bulk Fill

A. Resinas Bulk Fill fluida

Las resinas fluidas Bulk-Fill recientemente se han introducido en el mercado con características mecánicas y químicas mejoradas. Son materiales compuestos de baja viscosidad con reducción del porcentaje de partículas de carga inorgánica (44-55% en volumen) y una mayor cantidad de componentes resinosos (matriz resinosa). En consecuencia, el proceso de polimerización conduce a una contracción volumétrica importante, pero con la mínima tensión de contracción.

B. Resinas Bulk Fill modelable

Las presentes resinas en términos generales no difieren en su componente de la convencional, la matriz se basa principalmente en monómeros de Bisfenol glicidil metacrilato (Bis-GMA), Dimetacrilato de bisfenol etoxilato (EBPDMA), UDMA, TEGDMA.

Entre los componentes más resaltantes de estas nuevas resinas cabe mencionar que se enfocaron en mejorar el espectro de absorción y la reacción a la luz de los iniciadores.

En especial los fotoiniciadores formulados con germanio que ha sido patentando Ivoclar- Vivadent que es una combinación de Canforoquinona (CQ) / Dimetil amina borano (DMAB) e Ivocerin®. Estos fotoiniciadores tendrían mayor penetración con la luz visible aumentando la profundidad de fotocurado de 2mm a 4mm.

En cuanto a sus propiedades mecánicas se halló una resistencia a flexión de 80 MPa, la dureza se encuentra en directa proporción a la cantidad de relleno por volumen de resinas. Asimismo presentan adaptación marginal similar a las resinas convencionales (Corral, et all, 2015).

C. Resinas Bulk Fill activadas sónicamente

Corresponde a la resina Sonic Fill TM fabricada por Kerr, en la cual emplean una pieza de mano sónica especial que permite disminuir momentáneamente la viscosidad de la resina durante su manipulación.

Se puede aplicar en incremento hasta de 5 mm y está indicada para restauraciones clase I y II prescindiendo de la cubierta oclusal.

2.1.4.3.3. *Propiedades de las resinas Bulk Fill*

Entre las más resaltantes tenemos:

A. Profundidad de curado

A diferencia de los compuestos dentales convencionales, las resinas Bulk Fill presentan las siguientes mejoras:

- Incorporación de sistemas de iniciación más eficientes
- Mayor translucidez
- La disminución de la superficie de interfaz matriz / relleno

Las cuales han hecho posible el curado de incremento mayores hasta 5 mm.

B. Contracción y estrés de polimerización

El estrés de polimerización está ligado a la rigidez de la resina compuesta, su capacidad de la liberación y la tasa de curado.

Ello puede acarrear problemas con flexión cuspídea, fractura dentaria y filtración marginal.

C. Integridad marginal

Esta propiedad está en relación con el desarrollo de contracción y estrés de polimerización de las presentes resinas.

Las resinas Bulk Fill son capaces de proporcionar el sellado marginal dado por los compuestos convencionales usando la técnica incremental y está es estable aun cuando son sometidas a ciclos de carga y temperatura (Corral et all, 2015).

Tabla 7. Principales resinas Bulk Fill de acuerdo a su consistencia, espesor del incremento, necesidad de cobertura y mecanismo de contracción

Marca comercial (Fabricante)	Consistencia	Espesor máximo	Necesidad de Cobertura con resina	Mecanismo de la contracción reducida
Surefil SDR flow (Dentsply)	Fluida	4mm	Si	Modulador incluido en estructura del monómero resinoso, menor número de conexiones cruzadas y cadenas poliméricas más regulares
Filtek Bulk Fill flow (3M/ ESPE)	Fluida	4mm	Si	Combinación de 4 monómeros con alto peso molecular y alta fluidez: Bis -GMA, Bis -EMA, procrylat y UDMA.
X-tra base (Voco)	Fluida	4mm	Si	75% de base es la carga y monómeros especiales
Opus Bulk Fill flow (FGM)	Fluida	4mm	Si	Combinación específica de carga y monómeros
Filtek Bulk Fill (3M/ ESPE)	Regular	5mm	No	2 monómeros: Amdma: reduce el número de conexiones cruzadas. Afm :rompe la cadena durante el proceso de polimerización , relajación de las cadenas y menor estrés
Admira fusión X-tra (Voco)	Regular	4 mm	No	Moléculas especiales ligadas a ormocer
Tetric N – Ceram Bulk Fill (Ivoclar-Vivadent)	Regular	4mm	No	Fotoiniciador específico a base de germanio
Sonic Fill (Kerr)	Regular	4 mm	No	Energía sónica que reduce la viscosidad
Aura Bulk Fill (SDI)	Regular	4mm	No	No informado

Modificado de ferraz t y bresciani e.(2016). Resina bulk- fill – o estado da arte.

2.1.5. Resistencia adhesiva.

El término adecuado para esta propiedad es la resistencia de tracción en donde se aplica una determinada fuerza por unidad de área que es necesaria para romper la unión de dos cuerpos, donde la falla generalmente ocurre cerca de la interfase (adhesión).

La unidad internacional que se utiliza para medir la resistencia de tracción es el mega pascal (MPa), el Pascal es definido como la presión que ejerce una fuerza de 1 newton (1 N) sobre una superficie de 1 metro cuadrado (m²).

$$P = N / m^2$$

El mega Pascal en si es un múltiplo del Pascal y responde a lo siguiente:

$$MPa = 10^6 N / m^2$$

La fórmula para obtener este valor de adhesión es:

$$\text{Tensión} = \text{Fuerza} / \text{área}$$

$$\text{Tensión} = N / mm^2$$

La evaluación de la eficiencia de los adhesivos dentinarios se basa en el valor de la fuerza adhesiva expresada en Newton como se muestra en el párrafo anterior sin embargo debemos tener en cuenta la superficie o área en la cual se realizara dicha medida, generalmente es el área conformada por la superficie de un cilindro como se realizó en el presente trabajo.

Existen dos métodos para medirla, una prueba para resistencia de tracción cortante o cizallamiento y otra para resistencia de tracción en tensión o microtracción de una muestra de adhesivo hasta que esta se fracture, según el ángulo en que se aplican las fuerzas en forma paralela o perpendicular a la estructura adhesiva respectivamente.

Este tipo de prueba puede ser indicativo de cómo puede actuar el adhesivo in vivo.

La fuerza producida en los sistemas adhesivos dentinarios se ha evaluado tradicionalmente usando el test de resistencia al cizallamiento o *shearbond strength*, el cual, resulta útil para probar materiales que fallan ante valores comprendidos entre 18-20 MPa, o menos . Sin embargo, en valores que exceden la citada cifra, a menudo no permiten diferenciar entre la fuerza del adhesivo y la fuerza cohesiva del composite o la dentina. (Olcese, 2011).

2.1.5.1. Máquina de ensayos universales

Esta máquina consta de dos mordazas (fija y móvil), que permite la sujeción de probetas para ensayos, cuenta con una celda de carga para el reporte de fuerzas.

La celda de carga está montada en la mordaza superior y conectada a un ordenador para el registro de las fuerzas requeridas en los ensayos a realizar, como tracción, compresión, corte, flexión, entre otros.

El registro de fuerzas es reportado por el programa del equipo, en este caso, Smart Test.

Entre sus dispositivos tenemos:

- Mordazas para la prueba de tracción
- Plato de compresión y suplemento elevador para la prueba de compresión.
- Mordazas para la prueba de flexión
- Mordazas para la prueba de corte (Gallego y Claros, 2007).

2.1.6. Microfiltración

Se define como el paso de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la pared cavitaria y el material de restauración, actualmente y con la evolución en los materiales

dentales hablamos del termino nanofiltración ya que este proceso se da en la capa híbrida.

Para ello hay diferente métodos para estudiar la microfiltración:

- Aire a presión
- Estudios bacteriológicos
- Estudios con radioisótopos
- Análisis de la activación de neutrones
- Estudios electroquímicos
- Microscopio electrónico de barrido
- Termociclado y ciclado mecánico
- Marcadores químicos
- Estudios de penetración de colorantes

Algunos han caído en desuso por la complejidad para realizarlos y otros son más prácticos con el termociclaje y ciclado mecánico así como el uso de colorantes.

En cuanto al colorante se usan variedad de forma arbitraria sin tomar en cuenta el pH, el tamaño de la partícula, la velocidad de penetración y la concentración.

2.6.1.1. Causas de la microfiltración:

- Restauraciones mal adaptadas
- Preparación cavitaria defectuosa
- Errónea manipulación y aplicación del material
- Mal estado del material restaurador
- Masticación

- Contaminación por lubricantes
- Pobre estructura dental. (Gómez y De la Macorra, 1997).

2.6.1.2. Métodos para identificar la microfiltración

Tradicionalmente se ha empleado diversos colorantes como marcadores entre la interfase resina – diente aunado a la observación de ella un estereoscopio; además para poder hacer observaciones ultraestructurales de tejido dentarios o interfaces adhesivas se utiliza el microscopio electrónico de transmisión o de barrido.

A. Estereoscopio

El estereoscopio es un microscopio que nos permite una visión en tres dimensiones, consta de dos tubos ópticos independientes en donde la imagen será observada por un lente objetivo común, aunque actualmente el diseño ha cambiado pues se emplea un prisma que refleja la imagen desde diferentes ángulos hacia ambos lentes.

Básicamente consta de pie, tubo, revólver, columna, platina, carro, tornillo único, lentes objetivos y cumplen las funciones conocidas como un microscopio óptico tradicional.

En cuanto a los lentes objetivos son dos y tienen bajo poder de resolución de 2x o 4x y los lentes oculares varía de 5x a 10x , que sumados ambos se puede alcanzar aumento entre 10 x y 40 x.

El sistema de iluminación consta de dos lámparas, una que se ubican en la base del estereoscopio, los rayos atraviesan el cristal de la platina y brinda una iluminación tenue y la otra ubicada en la articulación del sistema de lentes que proyecta la luz en sentido oblicuo sobre el objeto y de esta manera se pueden observar cuerpos opacos.

En comparación al microscopio óptico, el estereoscopio brinda su capacidad de aumento directamente por lo tanto la imagen se observa sin invertirse (González, Gonzáles y Barrial, 2004).

B. AZUL DE METILENO

Es un compuesto químico heterocíclico, su nombre científico es metiltionina, cuya fórmula molecular es $C_{16}H_{18}N_3S$ (Valverde y Quispe, 2013).

Este colorante es empleado en Odontología como marcador de la interfaz adhesiva.

2.2.ANTECEDENTES

Jinez (2018), el presente estudio tuvo como objetivo demostrar que existen diferencias en el sellado marginal en piezas restauradas con resinas diferentes. Para ello se empleó 30 premolares divididos en dos grupos de 15 muestras cada uno en los cuales se realizaron cavidades clase II de Black; el primer grupo fue restaurado con resinas nanohíbridas y el segundo grupo con resinas nanohíbridas Bulk Fill, posteriormente se las impermeabilizó cubriéndolas con una laca de esmalte, para después ser sometidas a termociclado durante 5000 ciclos; para luego ser sumergidas en azul de metileno durante 24h, posteriormente se realizó un corte sagital de manera uniforme al eje longitudinal de las piezas. Se realizó un análisis observacional en el cual se obtuvo como resultado que los dos grupos presentan microfiltración marginal, aunque en menor cantidad las muestras restauradas con resinas nanohíbridas Bulk Fill, mediante la prueba de U de Mann Whitney dio como resultado que las diferencias existentes no son estadísticamente significativas.

Charamba, Meireles, Duarte, Montenegro y Andrade (2017), tuvo como objetivo evaluar la fuerza de adhesión microtensíl a la dentina de restauraciones hechas con compuestos de Bulk Fill. Para ello se emplearon 15 terceros molares, se cortó la capa oclusal, exponiendo los dientes a la dentina. Los dientes se dividieron en tres grupos según el tipo de materiales de restauración. Todos los grupos fueron tratados con el sistema adhesivo Adper Single Bond 2. Posteriormente se cortaron en palos con aproximadamente 1 mm de ancho, 1 mm de profundidad y 8 mm de alto, que se fijaron en una máquina de microtensión. Se usaron 10 varillas de cada diente en el experimento con un total de 50 varillas por grupo. Los datos de la resistencia a la adhesión microtensíl se expresaron en MPa. El modo de fallas se evaluó a un microscopio óptico. Los datos se analizaron estadísticamente mediante ANOVA y la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Los resultados fueron: las tres resinas estudiadas difirieron estadísticamente entre ellos ($p < 0.000$), los compuestos de Bulk Fill tenían una fuerza de adhesión microtensíl similar y mayor que el convencional ($p < 0.000$), el modo de falla de patrón encontrado en todos los grupos estudiados fue mixto.

Concluyeron que los compuestos de Bulk Fill mostraron los valores más altos de resistencia de adhesión microtensíl con la técnica restauradora utilizada

Flores (2017), el objetivo de este estudio fue comparar y analizar dos técnicas de grabado ácido distintas para determinar el grado de influencia que tienen sobre el grado de filtración marginal de restauraciones de resina mono incremental. Se recolectaron treinta terceros molares sanos se realizaron cavidades estandarizadas clase II de Black, las cuales fueron sometidas a dos procedimientos de grabado ácido diferentes, en 15 molares se realizó la técnica de grabado ácido preselectivo y en los 15 restantes la

técnica de grabado ácido convencional, después se realizó la restauración con resina mono incremental, a continuación fueron sometidas a un proceso de termo ciclado con un agente colorante, para finalizar las muestras se cortaron sagitalmente, y observadas con estero microscopio. El análisis de los resultados demostró que la filtración marginal no se logró erradicar al cien por ciento, sin embargo, el 13,3% de las muestras en las que se empleó la técnica de grabado ácido preselectivo presentaron filtración leve y el 86,7% no presentó filtración, en tanto que con la técnica de grabado ácido convencional, el 50% de las muestras no presentó filtración marginal, el 33,3% leve filtración marginal, el 10% filtración marginal moderada y el restante 6,7% filtración marginal severa. La prueba de Chi cuadrado permitió confirmar que la filtración marginal dependió de la técnica de grabado ácido que se empleó en este estudio, por su parte la prueba U de Mann Whitney permitió inferir que existió diferencia significativa en la filtración marginal entre las dos técnicas de ácido grabado realizadas.

Mandava et al. (2017), el objetivo del estudio fue evaluar y comparar la resistencia a la adherencia de microtracción de tres compuestos de restauración a granel con un compuesto nanohíbrido. Para ello se prepararon cavidades de clase I en 60 muelas mandibulares extraídas. Los dientes se dividieron en 4 grupos (n = 15 cada uno) y en el grupo I, las cavidades preparadas se restauraron con compuesto restaurativo nanohíbrido (Filtek Z250 XT) de forma incremental. En los grupos II, III y IV, los composites de relleno a granel (Filtek, Tetric EvoCeram, X-tra fil, materiales de relleno a granel) se colocaron como un incremento individual de 4 mm y se fotopolimerizaron. Los dientes restaurados se sometieron a termociclado y la prueba

de resistencia de unión se realizó usando la máquina de prueba Instron. El modo de falla se evaluó mediante microscopio electrónico de barrido (SEM). Los valores de resistencia de la unión obtenidos en megapascales (MPa) se sometieron a análisis estadístico, utilizando el software SPSS / PC versión 20. Se utilizó ANOVA de una vía para la comparación por grupos de la resistencia de la unión.

Los resultados mostraron mayor fuerza de unión media se logró con el restaurador de relleno a granel Filtek que muestra una diferencia estadísticamente significativa con los materiales compuestos de relleno a granel Tetric Evo Ceram ($p < 0,003$) y X-tra fil a granel ($p < 0,001$). Las fallas adhesivas se observan principalmente con los materiales compuestos de relleno a granel X-tra fil, mientras que las fallas mixtas son más comunes con otros materiales compuestos de relleno a granel.

Concluyeron que las resinas Bulk Fill exhibieron una fuerza de adhesión adecuada a la dentina y pueden considerarse como material de restauración de elección en las áreas que soportan tensión posterior.

Nascimento et al. (2016), tuvo como objetivo evaluar la microfiltración marginal in vitro de las resinas Bulk Fill, en cavidades de clase II, con terminación cervical en la dentina. Para ello se recolectaron 40 molares superiores y se prepararon cavidades estandarizadas en las superficies mesial y distal y luego fueron asignadas aleatoriamente a cuatro grupos ($n = 10$), de acuerdo con la resina utilizada. G1 (control): Filtek Z350 (3M / ESPE); G2: Filtek Flujo de llenado a granel (3M / ESPE); G3: Surefill SDR (Dentsply); G4: X - tra (Voco). Estos se subdividieron en subgrupos según la estrategia utilizada para aplicar el adhesivo (técnica de auto-grabado y

convencional). Después del almacenamiento durante 24 horas en un horno (37°C), las muestras se sometieron a la prueba de termociclado (500 ciclos: 5°C y a 55°C). Posteriormente fueron impermeabilizadas, sumergidas en Fucsina Básica (0,5%) y seccionadas en la dirección mesial-distal para su evaluación se utilizara una lupa estéreo a 40X (Coleman). Se asignaron puntuaciones de 0 a 3 según la microfiltración observada. Los resultados evidenciaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las resinas Bulk Fill cuando se usó la técnica de grabado ácido total. Solamente la resina de llenado de flujo Filtek Bulk presentó resultados estadísticamente significativos, cuando se consideró la aplicación de la estrategia del sistema adhesivo, con peores resultados, en relación a otros grupos, cuando se consideró la estrategia de autograbado.

Concluyen que el grado de microfiltración de las resinas de llenado a granel estudiadas, en las cavidades de clase II, no fue influenciado por el método de aplicación del sistema adhesivo (agente de pegado autoadhesivo convencional o de dos etapas), excepto el flujo de llenado de Filtek Bulk.

Pérez (2015), este estudio analizó la fuerza de adhesión de la dentina superficial previamente acondicionada con las técnicas autograbante y con EDTA al 18% en 30 terceros molares eliminando el esmalte coronario, para obtener la exposición de dentina superficial. Los cuales fueron divididos en dos grupos equitativos, en el primer grupo tratamos la dentina con el adhesivo Autograbador Scotchbond Universal (3M) y en el segundo grupo acondicionamos con EDTA al 18% durante 90 segundos, en ambos grupos, en los cuales se colocaron tags de resina Filtek Z350XT de un tamaño de 3mm. Las muestras fueron expuestas después de 24 horas, a una prueba de corte utilizando

una máquina universal de pruebas. Concluyeron que la técnica con EDTA (26,37MPa) tiene mejor fuerza de adhesión que la técnica de autograbado (22,28MPa) a nivel de dentina superficial.

Arce (2015), el estudio tuvo como propósito comparar el grado de microfiltración marginal de restauraciones realizadas con dos resinas compuestas Bulk Fill (BF), Filtek BF y Tetric N Ceram BF, con modalidad grabado-lavado y autograbado utilizando adhesivo universal (Single Bond Universal, 3M/ESPE, Alemania). Para ello se emplearon 40 terceros molares recientemente extraídos y se dividieron en 4 grupos aleatoriamente: Filtek BF+ técnica autograbado (grupo FA), Filtek FB+ técnica grabado-lavado (grupo FG), Tetric N-Ceram BF + técnica de autograbado (grupo TA), Tetric N-Ceram BF + técnica de grabado-lavado (grupo TG). Se realizaron en cada diente dos cavidades oclusales con 4 mm de profundidad y luego se realizó la restauración de cada grupo siguiendo las instrucciones de los fabricantes. Posteriormente cada diente fue colocado en una solución de azul de metileno al 2% durante 12 horas y luego se les realizó 500 ciclos de termociclado. Después en cada restauración se evaluó bajo microscopia óptica de 4x, el porcentaje de profundidad de penetración del colorante a lo largo de las paredes laterales. Los resultados fueron: TA (41,81%) y TG (32,43%) presentaron menores porcentajes de microfiltración que los grupos FA (15,55%) y FG (12,95%). En cada resina BF no hubo diferencias significativas en el grado de microfiltración entre grabado-lavado y autograbado.

Se concluyó que la Resina Tetric N-Ceram BF tiene menor microfiltración marginal en cavidades clase I y profundidad de 4 mm que la resina Filtek BF, las distintas marcas de resinas BF no presentaron diferencias significativas en

microfiltración marginal en modalidad de grabado-lavado y autograbado. microfiltración marginal para ambos sistemas restauradores, siendo menor para la resina Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent), comparada con la resina de técnica mono incremental Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent).

Monsalves (2014), evaluó el grado de sellado marginal y resistencia adhesiva de restauraciones de resinas compuestas confeccionadas con un sistema adhesivo de grabado y lavado en dentición primaria y definitiva. Para realizar ambas pruebas se utilizaron 20 piezas primarias y 20 piezas definitivas, para la prueba de resistencia al cizallamiento, los dientes fueron seccionados longitudinalmente y se les adhirió un cilindro de resina compuesta, utilizando la técnica adhesiva de grabado y lavado para ambas denticiones. Posteriormente, fueron testeados en una máquina de ensayo universal Tinius Olsen, aplicando una fuerza de cizallamiento de 200 kg y a una velocidad de cabezal de 0,2 cm/min. Para el test de sellado marginal, se les realizó una preparación cavitaria clase V, por vestibular/palatino estandarizada. Luego se les confeccionaron restauraciones de resina compuesta con la técnica de grabado y lavado, y se sometieron al termociclado con azul de metileno al 2%; después fueron cortados y observados al microscopio óptico estereoscópico con aumento de lupa, para medir el porcentaje de microfiltración obtenido. Los resultados para la prueba de resistencia adhesiva al cizallamiento para dentición primaria fue de 8,49 Mpa, y de 9,52 Mpa para dentición definitiva, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en estudio. En la investigación sobre el grado de sellado marginal se evaluó el porcentaje de microfiltración y tampoco se encontraron diferencias estadísticamente

significativas, lo que señalaría que ambos tejidos son igualmente susceptibles de ser tratados adhesivamente mediante la técnica de hibridación.

Alves et al (2014), el objetivo del estudio fue determinar la adaptación marginal de resinas Bulk Fill en cavidades clase II, para ello se emplearon 40 molares humanas y se prepararon cavidades MO de clase II estandarizadas con márgenes de esmalte biselado, los dientes se restauraron con dos incrementos horizontales de composite (4 mm y 2 mm de espesor). Los grupos experimentales fueron (1er / 2do incremento): Gr.A - Venus Bulk-Fill / Venus Diamond; Gramo. B - Tetric EvoCeram BulkFill / Tetric EvoCeram; Gramo. C - Surefil SDR / Ceram-X; Gramo. D - SonicFill; Gramo. E - Ceram-X / Ceram-X (control). Después de terminar el procedimiento restaurativo, se realizaron las impresiones usando un polivinilo siloxano y réplicas de resina epoxi. El estresado termomecánico se llevó a cabo 24 h después de la restauración, todas las muestras se sometieron a 240,000 carga oclusal y 600 a ciclos térmicos en agua a 5°C y 50°C, después de la carga, se creó nuevas réplicas de resina epoxi. La microscopía electrónica de barrido se llevó a cabo a 200 X aumento.

Los datos de la adaptación marginal se expresaron como porcentajes de continuidad con relación a la exposición de interfaz y analizado con ANOVA y la prueba post hoc de Duncan ($p < 0.05$).

Los resultados en el esmalte fueron no estadísticamente significativa antes y después de la carga termomecánica entre los grupos, en la dentina los peores resultados se presentaron en el grupo A.

Concluyen que al aplicar técnicas simples de estratificación las resinas Bulk Fill no permiten una mejor adaptación marginal que la resina convencional, sin embargo clínicamente las resinas Bulk Fill presentaron una adaptación marginal adecuada y fueron similares a las resinas convencionales.

Barzallo (2013), el presente estudio tuvo como propósito determinar la factibilidad de la sustitución del ácido fosfórico por EDTA, para el acondicionamiento ácido de la dentina para ello emplearon cuarenta terceros molares que fueron preparados para el estudio de fuerza de adhesión mediante la eliminación del esmalte coronal y se expuso dentina, la cual fue acondicionada con dos agentes ácidos a diferentes tiempos; siendo estos: ácido fosfórico al 37% por 15 segundos, EDTA 18% por 15 segundos, EDTA 18% por 60 segundos y EDTA 18% por 90 segundos. Posterior al grabado ácido, se prosiguió con la adhesión de una columna de resina a la dentina, mediante la aplicación del adhesivo Adper Single Bond 2 y resina Filtek Z350(3M ESPE). La fuerza de adhesión de cada grupo de estudio fue evaluada después de 3 horas, mediante la utilización de una máquina universal de pruebas con una velocidad de 0,5mm/min. Concluyeron que el EDTA al 18% aplicado por 90 segundos es un sustituto efectivo y más eficiente que el ácido fosfórico en el grabado ácido de dentina.

2.3.HIPÓTESIS

Siendo un factor importante el sellado marginal y resistencia adhesiva en la restauración dental con resina, la aplicación del gel de EDTA al 18 % en el acondicionamiento dental, mejoraría el grado de sellado marginal y la resistencia adhesiva de la resina Bulk Fill en comparación con el gel de ácido fosfórico al 37% en un período de tiempo determinado.

III. OBJETIVOS

3.1.OBJETIVO GENERAL

Comparar el grado de sellado marginal y resistencia adhesiva y en resina Bulk – Fill aplicando gel de EDTA al 18 % a los 60 y 90 segundos de aplicación frente al gel de ácido fosfórico al 37% a los 15 segundos de aplicación en el acondicionamiento dental. In vitro.

3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el grado de sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% a los 15 segundos de aplicación.
- Determinar el grado de sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill acondicionada con el gel de EDTA al 18% a los 60 y 90 segundos de aplicación.
- Determinar la resistencia adhesiva in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de ácido fosfórico al 37 % a los 15 segundos de aplicación.
- Determinar la resistencia adhesiva in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de EDTA al 18 % a los 60 y 90 segundos de aplicación.
- Comparar el sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el ácido fosfórico al 37 % a los 15 de aplicación y el gel de EDTA al 18 % en 60 segundos de aplicación.

- Comparar el sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de ácido fosfórico al 37% en 15 segundos de aplicación y el gel de EDTA al 18 % en 90 segundos de aplicación.
- Comparar la resistencia adhesiva in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de ácido fosfórico al 37% en 15 segundos de aplicación y el gel de EDTA al 18% en 60 segundos de aplicación.
- Comparar la resistencia adhesiva in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de ácido fosfórico al 37% en 15 segundos de aplicación y el gel de EDTA al 18% en 90 segundos de aplicación.
- Comparar el sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de EDTA al 18% en 60 y 90 segundos de aplicación.
- Comparar la resistencia adhesiva in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de EDTA al 18 % en 60 y 90 segundos de aplicación.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.TIPO DE ESTUDIO

Experimental, Prospectivo, Longitudinal y Comparativo (Hernández, Fernández y Baptista 2014).

4.2.POBLACIÓN/ MUESTRA

Para determinar la cantidad de piezas dentales (terceros molares superiores e inferiores) a incluir en el presente trabajo de investigación, se tomó en cuenta las recomendaciones del ISO TS 11405:2015, en donde cada grupo de prueba estará conformado por 10 piezas, dando un total de 60 piezas para su realización.

4.2.1. Criterios de selección.

4.2.1.1.Criterios de inclusión.

- Terceros molares con indicación de exodoncia por motivos ortodonticos y terapéuticos.
- Terceros molares superiores e inferiores sin presencia de lesión cariosa, material restaurador, fisura o tratamiento de conducto previo.
- Terceros molares superiores e inferiores con morfología oclusal intacta.
- Terceros molares superiores e inferiores que presentes longitudes entre 18 a 20 mm para tener espacio para realizar las cavidades.
- Terceros molares superiores e inferiores de reciente avulsión (no más de tres meses).

4.2.1.2.Criterios de Exclusión.

- Piezas dentarias distintas a terceros molares superiores e inferiores.

4.3.VARIABLES

4.3.1. Definición de las variables.

- Variable Dependiente
 - a) Sellado marginal
 - b) Resistencia Adhesiva
- Variable Independiente
 - a) EDTA al 18 % en gel en 60 segundos
 - b) EDTA al 18% en gel en 90 segundos
 - c) Ácido fosfórico al 37 % en gel en 15 segundos
- Variable Interviniente
 - Tiempo de uso

4.3.2. Operacionalización de la Operacionalización de las variables.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	ESCALA	VALOR
SELLADO MARGINAL (variable dependiente)	Es fenómeno por el cual se impide el paso de fluidos entre la estructura dentaria y el material restaurador	Categórica	- Ausente. -Penetración en la pared de esmalte de la cavidad. -Penetración en la parte de la dentina de la cavidad, pero no incluye el piso pulpar de la cavidad. -Penetración incluyendo el piso pulpar de la cavidad.	Ordinal	*Grado 0 *Grado 1 *Grado 2 *Grado 3
RESISTENCIA ADHESIVA (variable dependiente)	Propiedad del adhesivo para resistir a ser separado por dos fuerzas que actúan en direcciones opuestas usando una máquina de Ensayo Universal.	Numérica	Desprendimiento de la resina Bulk Fill de la cavidad al aplicar una fuerza de 0.75 +/- 0.30 mm/min constante.	Razón / continua	0 - $-\infty$ MPa
EDTA AL 18% EN GEL (variable independiente)	Agente quelante de iones metálicos Segura et al.(1997)				
ACIDO FOSFORICO AL 37% EN GEL (variable independiente)	Gel viscoso con propiedades desmineralizantes en esmalte y dentina. Sebold et al.(2017)				
TIEMPO DE USO (variable interviniente)	Magnitud física que permite establecer la duración de un suceso. Diccionario de la lengua española (2017)	Numérica	-Aplicación del gel ácido fosfórico al 37% -Aplicación del gel de EDTA al 18% -Aplicación del gel de EDTA al 18%	Razón/ discontinua	*15 segundos *60 segundos *90 segundos

4.4.MÉTODO

4.4.1. Técnica.

Se presentó el plan de tesis a la oficina de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal para realizar la pertinencia y aprobación del mismo.

Para el presente trabajo de tipo experimental fue necesario la recolección de piezas dentales las cuales fueron proporcionadas por dos Cirujanos Dentistas.

Concluida la fase de recolección de muestra se procederá al tratamiento de ella según lo descrito en el apartado de procedimiento.

4.4.2. Procedimiento.

4.4.2.1. Recolección de la muestra.

Se recolectó 60 terceros molares superiores e inferiores de reciente avulsión (no más de 3 meses), que fueron conservados en suero fisiológico 0.9 % y este se renovó cada 7 días.

Cada pieza dental fue limpiada con un scaler marca woodpecker y cureta periodontal N° 13-14 para eliminar los tejidos blandos circundantes.

Se procedió a eliminar las cúspides y fosas de la cara oclusal de las piezas dentales con una turbina de alta velocidad marca Kavo Extra Torque 600 y fresa cilíndrica de diamante de grano mediano (cinta azul), proporcionando una superficie plana de tal forma que se pudieron realizar las mediciones exactas . Se delimitó la altura del desgaste con un marcador indeleble punta delgada marca Faber- Castell.

4.4.2.2. Prueba de resistencia adhesiva

Para esta prueba se empleó 30 terceros molares superiores e inferiores a los cuales se les selló el ápice con ionómero de vidrio autocurable I – Seal TM.

4.4.2.2.1. Preparación de las cavidades.

Se realizaron cavidades clase I de Black estandarizadas de 4mm de profundidad y 3 mm de diámetro.

Las cavidades se trepararon con una turbina de alta velocidad marca Kavo Extra Torque 600 y fresa cilíndrica de diamante de grano mediano (cinta azul). Las fresas fueron desechadas después de realizar cuatro cavidades.

4.4.2.2.2. Acondicionamiento dental y obturación de las muestras.

La muestra fue dividida en tres grupos aleatoriamente para cada sustancia acondicionante, grupo A (ácido fosfórico al 37%), grupo B (EDTA al 18 % gel a 60 segundos) y grupo C (EDTA al 18 % gel a 90 segundos).

Previamente cada una de las piezas dentales fue aislada con dique de goma y arco de Young.

Para el grupo A se empleó Total Etch (Ivoclar – Vivadent) por 15 segundos en esmalte y 5 segundos en dentina, luego se retiró los excesos con agua por 10 segundos y el exceso de humedad, se controló con gasas milimetradas.

Las cavidades fueron desinfectadas con clorhexidina 2 % por 30 segundos y se retiró los excesos con papel absorbente estéril (Pomacóndor, 2010).

Se aplicó 2 capas del adhesivo Tetric N – Bond (Ivoclar – Vivadent) durante 10 segundos y se evaporó el disolvente con aire comprimido, por 5 segundos. Se fotopolimerizó con una lámpara LED Woodpecker por 20 segundos, la cual se calibró

la radiación emitida con el radiómetro incorporado en la base de la lámpara en cada activación de luz.

Se colocó un incremento de resina Tetric N – Ceram Bulk Fill (Ivoclar- Vivadent) a través de un tornillo ocupando una profundidad de 4 mm y se fotopolimerizó por 20 segundos.

Para el grupo B Y C se empleó EDTA al 18 % en gel (Ultradent) por 60 y 90 segundos respectivamente en esmalte y dentina, posteriormente se retiró los excesos con agua por 10 segundos y el exceso de humedad, se controló con conos de papel estériles

Las cavidades fueron desinfectadas con clorhexidina 2 % por 30 segundos y se retiró los excesos con papel absorbente estéril.

Se aplicó 2 capas del adhesivo Tetric N- Bond (Ivoclar - Vivadent) durante 10 segundos y se evaporó el disolvente con aire comprimido por 5 segundos.

Se fotopolimerizó con una lámpara LED Woodpecker por 20 segundos y se colocó un incremento de resina Tetric N – Ceram Bulk Fill (Ivoclar- Vivadent) a través de un tornillo ocupando una profundidad de 4 mm y se fotopolimerizó por 20 segundos.

Para el proceso de acondicionamiento y obturación de los especímenes dentales se tomó en cuenta las condiciones ambientales sugeridas por el TS ISO11405:2015, por lo cual se solicitó el informe correspondiente al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senahmi).

4.4.2.2.3 Termociclado

Concluída la preparación de los especímenes fueron almacenados en suero fisiológico al 0.9 % y separados en sus respectivos grupos.

Las muestras fueron incubadas a 37°C por 24 horas en la estufa marca Memmert modelo INE700 y agua destilada grado 3 para simular las condiciones bucales.

Para el termociclado se empleó 3 recipientes de acero inoxidable forrado con papel aluminio y dos termómetros digitales marca Boeco, donde las piezas dentales fueron sometidas a diferentes temperaturas: 5+/- 2°C y 55 +/- 2 °C estuvieron sumergidas por 20 segundos, mientras que en la temperatura ambiental por 10 segundos.

Se realizarón 500 ciclos térmicos por cada temperatura, concluido el proceso de termociclado, cada pieza dental fue colocada en un cubo de acrílico autopolimerizable marca Vitalloy hasta el límite amelocementario, en distintos colores para diferenciar los tres grupos.

4.4.2.2.4. Ensayo en la máquina de ensayos universales.

Los especímenes fueron sometidos a la prueba de tracción, apoyado por la máquina digital de ensayos universales marca LG modelo CMT – 5L disponible en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. a una velocidad de 0.75 mm /min.

4.4.2.3. Prueba de Sellado marginal.

Para esta prueba se empleó 30 terceros molares superiores e inferiores a los cuales se les selló el ápice con ionómero de vidrio foto curable marca I-seal TM.

4.4.2.3.1. Preparación de las cavidades.

Se realizarón cavidades clase I de Black estandarizadas de 4mm de profundidad y 3 mm de diámetro.

Las cavidades se trepanarón con una turbina de alta velocidad marca Kavo Extra Torque 600 y fresa cilíndrica de diamante de grano mediano (cinta azul). Las fresas fueron desechadas después de realizar cuatro cavidades.

4.4.2.2.3. *Acondicionamiento dental y obturación de las muestras.*

La muestra fue dividida en tres grupos aleatoriamente para cada sustancia acondicionante, grupo A (ácido fosfórico al 37% en gel), grupo B (EDTA al 18 % en gel a 60 segundos) y grupo C (EDTA al 18 % en gel a 90 segundos).

Previamente todas las piezas dentales fueron aisladas con dique de goma y arco de Young.

Para el grupo A se empleó Total Etch (Ivoclar - Vivadent) por 15 segundos en esmalte y 5 segundos en dentina. Se retiró los excesos con agua por 10 segundos y el exceso de humedad se controló con gasas milimetradas.

Las cavidades fueron desinfectadas con clorhexidina 2 % (Maquira) por 30 segundos con conos de papel estéril.

Se aplicó 2 capas del adhesivo Tetric N – Bond (Ivoclar - Vivadent) durante 10 segundos y se evaporó el disolvente con aire por 5 segundos, se fotopolimerizó con una lámpara LED Woodpecker por 10 segundos.

Se colocó un incremento de 4 mm de resina Tetric N – Ceram Bulk Fill (Ivoclar – Vivadent) y se fotopolimerizó por 10 segundos.

Para el grupo B Y C se empleó EDTA al 18 % en gel (Ultradent) por 60 y 90 segundos respectivamente en esmalte y dentina, para luego retirar los excesos con agua por 10 segundos y el exceso de humedad se controló con conos de papel estéril.

Se aplicó 2 capas del adhesivo Tetric N- Bond (Ivoclar – Vivadent) durante 15 segundos y se evaporó el disolvente con aire comprimido por 5 segundos, se fotopolimerizó con una lámpara LED Woodpecker por 10 segundos.

Se colocó un incremento de 4 mm de resina Tetric N – Ceram Bulk Fill (Ivoclar - Vivadent) y se fotopolimerizó por 10 segundos.

Para la realización del acondicionamiento y obturación de los especímenes se tomó en cuenta las condiciones ambientales sugeridas por el TS ISO11405:2015, por lo cual se solicitó el informe correspondiente al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senahmi).

Finalmente las restauraciones fueron pulidas con disco Soflex de diferente granulación, agua y micromotor marca Dentflex.

4.4.2.2.4. Preparación de la muestra para el termociclado.

Concluida la preparación de los especímenes fueron almacenados en suero fisiológico al 0.9 % y separados en sus respectivos grupos.

Las muestras fueron incubadas a 37°C por 24 horas en la estufa marca Memmert modelo INE 700 y agua destilada grado 3 para simular las condiciones bucales.

Para el termociclado se empleó 3 recipientes de acero inoxidable forrado con papel aluminio donde las piezas dentales fueron sometidas a diferentes temperaturas: 5+/- 2°C y 55 +/- 2 °C estuvieron sumergidas por 20 segundos, mientras que en la temperatura ambiental por 10 segundos.

Se realizó 500 ciclos térmicos por temperatura, concluido el proceso de termociclado, cada muestra se impermeabilizó con dos capas de esmalte de uñas a excepción de 2 mm alrededor de la interfase diente / restauración.

Finalmente las piezas dentales fueron sumergidos en una solución de azul de metileno al 0.5 % durante 4 horas a una temperatura de 37 ° C.

4.4.2.2.5. *Seccionado de especímenes y observación.*

Para el seccionado, se emplearon discos de diamante de 0.20 mm de espesor y una maquina cortadora marca Dremel 3000 disponible en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate.

Los cortes se realizaron en sentido mesial – lingual, obteniéndose dos hemicuerpos.

Finalmente, se procedió a la observación en el estereoscopio marca Unico y se tomara en cuenta los criterios del ISO TS 11405:2015 (Anexo 1) y registró según el anexo 2 ,3 y 4.

La observación al estereoscopio fue realizado por un experto en Histología, por lo fue necesaria la prueba de calibración intraexaminador e interexaminador mediante el Índice de Kappa.

4.4.2.2.5.1. *Calibración intraexaminador*

Para determinar la consistencia de resultados del instrumento de medición se aplicó el método de confiabilidad intraexaminador, entre dos mediciones realizadas por el mismo examinador principal, utilizando para ello el Índice de Kappa para la variable de naturaleza cualitativa.

Para el cálculo del índice de Kappa, se aplicó la siguiente fórmula que se describe a continuación:

$$Kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

Donde:

P_o=Número de acuerdos observados

P_e=Número de acuerdos esperados

Los valores para el cálculo del índice de Kappa se obtienen de la tabla de contingencia de ambas mediciones.

La interpretación del nivel de confiabilidad, mediante el valor del índice de Kappa se realiza utilizando la siguiente tabla:

Interpretación	
Rango	Confiabilidad
≤ 0.20	Muy débil
0.21-0.40	Débil
0.41-0.60	Moderada
0.61-0.80	Buena
> 0.80	Muy buena

- Índice de Kappa para Primera medición vs Segunda medición del examinador principal.

Tabla de contingencia:

Microfiltración		Frecuencia	Examinador principal segunda medición			Total
			Grado 0	Grado 1	Grado 2	
Examinador principal	Grado 0	Observado	0	0	0	0
		Esperado	0	0	0	0
	Grado 1	Observado	1	6	0	7
		Esperado	.7	4.2	2.1	7.0
	Grado 2	Observado	0	0	3	3
		Esperado	.3	1.8	.9	3.0
Total	Observado	1	6	3	10	
	Esperado	1.0	6.0	3.0	10.	

Fuente: fichas de recolección de datos

Cálculo del índice de Kappa:

$$P_o = \frac{0 + 6 + 3}{10} = 0,9 \quad P_e = \frac{0 + 4,2 + 0,9}{10} = 0,51$$

$$Kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} = \frac{0,9 - 0,51}{1 - 0,51} = 0,80$$

Interpretación: Con un valor de Kappa es de 0,80 lo que indica, que la concordancia de la primera y segunda medición realizada por el examinador principal es buena.

4.4.2.2.5.2. Calibración interexaminador

Para determinar la consistencia de resultados del instrumento de medición se aplicó el método de confiabilidad inter-examinador, entre el examinador principal y dos especialistas, utilizando para ello el Índice de Kappa por ser una variable cualitativa.

En primera instancia se procedió a la recolección de los datos de 10 piezas dentarias realizando las mediciones respectivas utilizando la misma herramienta, realizado por el investigador y los especialistas.

Para efectos de eliminación de factores que podrían interferir en la toma correcta de datos, se evaluó solo 5 piezas por día, donde las dos mediciones realizadas el mismo día emplearon un intervalo de tiempo de 5 minutos entre mediciones.

Cálculo de confiabilidad para la variable grado de microfiltración

Para el cálculo del índice de Kappa, se aplicó la siguiente fórmula que se describe a continuación:

$$Kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

Donde:

P_o =Número de acuerdos observados

P_e =Número de acuerdos esperados

Los valores para el cálculo del índice de Kappa se obtienen de la tabla de contingencia de ambas mediciones (examinador principal y especialista).

La interpretación del nivel de confiabilidad, mediante el valor del índice de Kappa se realizó utilizando la siguiente tabla:

Interpretación	
Rango	Confiabilidad
≤ 0.20	Muy débil
0.21-0.40	Débil
0.41-0.60	Moderada
0.61-0.80	Buena
> 0.80	Muy buena

- Índice de Kappa para la primera medición del EXAMINADOR PRINCIPAL vs ESPECIALISTA 1

Tabla de contingencia:

		Microfiltración	Frecuencia	Especialista uno			
				Grado 0	Grado 1	Grado 2	Total
Examinador principal primer medición	Grado 0	Observado		0	0	0	0
		Esperado		0	0	0	0
	Grado 1	Observado		1	6	0	7
		Esperado		.7	4.9	1.4	7.0
	Grado 2	Observado		0	1	2	3
		Esperado		.3	2.1	.6	3.0
	Total	Observado		1	7	2	10
		Esperado		1.0	7.0	2.0	10.

Fuente: fichas de recolección de datos

Cálculo del índice de Kappa:

$$P_o = \frac{0 + 6 + 2}{10} = 0,8 \quad P_e = \frac{0 + 4,9 + 0,6}{10} = 0,55$$

$$Kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} = \frac{0,8 - 0,55}{1 - 0,55} = 0,56$$

Interpretación: Con un valor de Kappa es de 0,56 lo que indica, que la concordancia de la primera medición realizada por el examinador principal y el especialista uno es moderado.

- Índice de Kappa para la primera medición del EXAMINADOR PRINCIPAL vs ESPECIALISTA 2

Tabla de contingencia:

		Microfiltración	Frecuencia	Especialista dos		
				Grado 1	Grado 2	Total
Examinador principal	primera medición	Grado 1	Observado	7	0	7
			Esperado	5.6	1.4	7.0
	Grado 2	Observado	1	2	3	
		Esperado	2.4	.6	3.0	
	Total	Observado	8	2	10	
		Esperado	8.0	2.0	10.	

Fuente: fichas de recolección de datos

Cálculo del índice de Kappa:

$$P_o = \frac{7 + 2}{10} = 0,9 \quad P_e = \frac{5,6 + 0,6}{10} = 0,62$$

$$Kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} = \frac{0,9 - 0,62}{1 - 0,62} = 0,74$$

Interpretación: Con un valor de Kappa es de 0,74 lo que indica, que la concordancia de la primera medición realizada por el examinador principal y el segundo especialista es buena.

- Índice de Kappa para la segunda medición del EXAMINADOR PRINCIPAL vs ESPECIALISTA 1

Tabla de contingencia:

Examinador principal segunda medición	Microfiltración	Frecuencia	Especialista uno			Total
			Grado 0	Grado 1	Grado 2	
			Grado 0	Observado	1	
	Esperado	0.1	.7	.2	1.0	
	Grado 1	Observado	0	6	0	6
	Esperado	.6	4.2	1.2	6.0	
	Grado 2	Observado	0	1	2	3
	Esperado	.3	2.1	0.6	3.0	
	Total	Observado	1	7	2	10
	Esperado	1.0	7.0	2.0	10	

Fuente: fichas de recolección de datos

Cálculo del índice de Kappa:

$$P_o = \frac{1 + 6 + 2}{10} = 0,9 \quad P_e = \frac{0,1 + 4,2 + 0,6}{10} = 0,49$$

$$Kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} = \frac{0,9 - 0,49}{1 - 0,49} = 0,804$$

Interpretación: Con un valor de Kappa es de 0,804 lo que indica, que la concordancia de la segunda medición realizada por el examinador principal y el primer especialista es muy buena

- Índice de Kappa para la segunda medición del EXAMINADOR PRINCIPAL vs ESPECIALISTA 2

Tabla de contingencia:

	Microfiltración	Frecuencia	Especialista dos			
			Grado 0	Grado 1	Grado 2	Total
			Examinador principal segunda medición	Grado 0	Observado	0
Esperado	0	.8			.2	1.0
Grado 1	Observado	0		6	0	6
	Esperado	0		4.8	1.2	6.0
Grado 2	Observado	0		1	2	3
	Esperado	0		2.4	.6	3.0
Total	Observado	0		8	2	10
	Esperado	0		8.0	2.0	10.0

Fuente: fichas de recolección de datos

Cálculo del índice de Kappa:

$$P_o = \frac{0 + 6 + 2}{10} = 0,8 \quad P_e = \frac{0 + 4,8 + 0,6}{10} = 0,54$$

$$Kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} = \frac{0,8 - 0,54}{1 - 0,54} = 0,565$$

Interpretación: Con un valor de Kappa es de 0,565 lo que indica, que la concordancia de la segunda medición realizada por el examinador principal y el segundo especialista es moderada.

4.5. CONSIDERACIONES ÉTICAS

En el presente estudio es de tipo In Vitro por ello no implica la participación directa de pacientes para su desarrollo, sin embargo se emplearán piezas dentales con indicación terapéutica de exodoncia así mismo no se registrará la identidad de los pacientes involucrados.

Los resultados obtenidos estarán a disposición de la Universidad y serán empleado con fines científicos para la comunidad Odontológica en general.

4.6. PLAN DE ANÁLISIS

Se elaboró una base de datos en una hoja de cálculo Microsoft Excel 2016, luego fue importada por el paquete estadístico SPSS versión 23.

Los datos resumidos fueron presentados, para el caso de la variable sellado marginal en tablas de contingencia y gráficos de barras compuestas; para la resistencia adhesiva, los datos fueron presentados mediante el grafico de cajas y bigotes.

El análisis descriptivo se realizó en virtud a la naturaleza de las variables, el sellado marginal al ser una variable de naturaleza cualitativa y de escala ordinal, los cuales fueron representados de forma gráfica utilizando barras compuestas y tablas de doble entrada.

Para la variable resistencia adhesiva, de escala de razón, los datos obtenidos fueron resumidos mediante medidas de tendencia central (Media aritmética y mediana) y dispersión (desviación estándar), utilizando gráficos de cajas y bigotes para su representación visual.

El análisis inferencial realizado para el contraste de hipótesis de diferencia del sellado marginal entre grupos de estudio, se aplicó la prueba no paramétrica de U de

Mann - Whitney. Para la comparación de resistencia adhesiva, se utilizó el test ANOVA de un factor para muestras independientes.

Todas las pruebas estadísticas fueron contrastadas a un nivel de confianza del 95% aceptando un error tipo I de 5% ($p < 0.05$).

Tabla 8. Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk para la resistencia adhesiva por grupos de estudio

Grupo	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p-valor ^a
Ácido fosfórico 37%	0.943	10	0.591
EDTA 18% 60 seg	0.909	10	0.277
EDTA 18% 90 seg	0.912	10	0.297

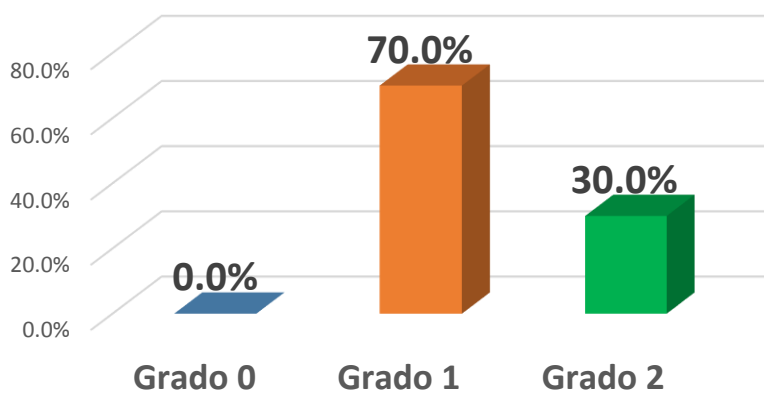
V. RESULTADOS

Tabla 9. Grado de sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill acondicionada con el gel de Ácido fosfórico al 37% en 15 segundos de aplicación.

Grupo Ácido fosfórico 37% - 15 segundos	Grado 0 (Sin penetración)		Grado 1 (Penetración en el esmalte)		Grado 2 (Penetración en la dentina)		Total	
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%
	0	0.0%	7	70.0%	3	30.0%	10	100.0%

fi=Frecuencia absoluta , fuente: base de datos SPPS

Grafico 1. Distribución de los grados para el sellado marginal del grupo ácido fosfórico 37% a los 15 segundos de aplicación



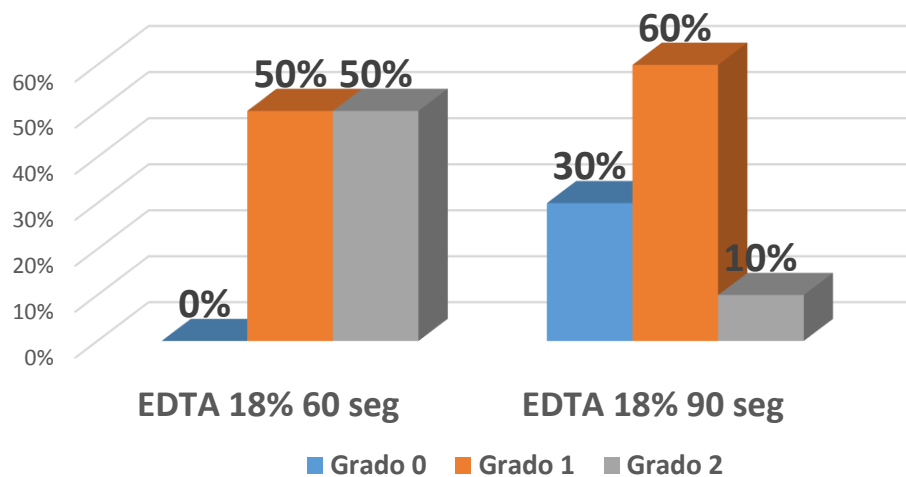
Distribución de los grados para el sellado marginal del grupo ácido fosfórico 37% a los 15 segundos de aplicación

Tabla 10. Grado de sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill acondicionada con el gel de EDTA al 18% a los 60 y 90 segundos de aplicación.

Grupo EDTA 18%	Grado 0 (sin penetración)		Grado 1 (Penetración en el esmalte)		Grado 2 (Penetración en la dentina)		Total	
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%
60 Segundos	0	0.0 %	5	50.0 %	5	50.0 %	10	100.0 %
90 Segundos	3	30.0%	6	60.0 %	1	10.0 %	10	100.0 %

Fuente: base de datos SPPS

Gráfico 2. Distribución de los grados para el sellado marginal de los grupos EDTA 18% a los 60 y 90 segundos de aplicación



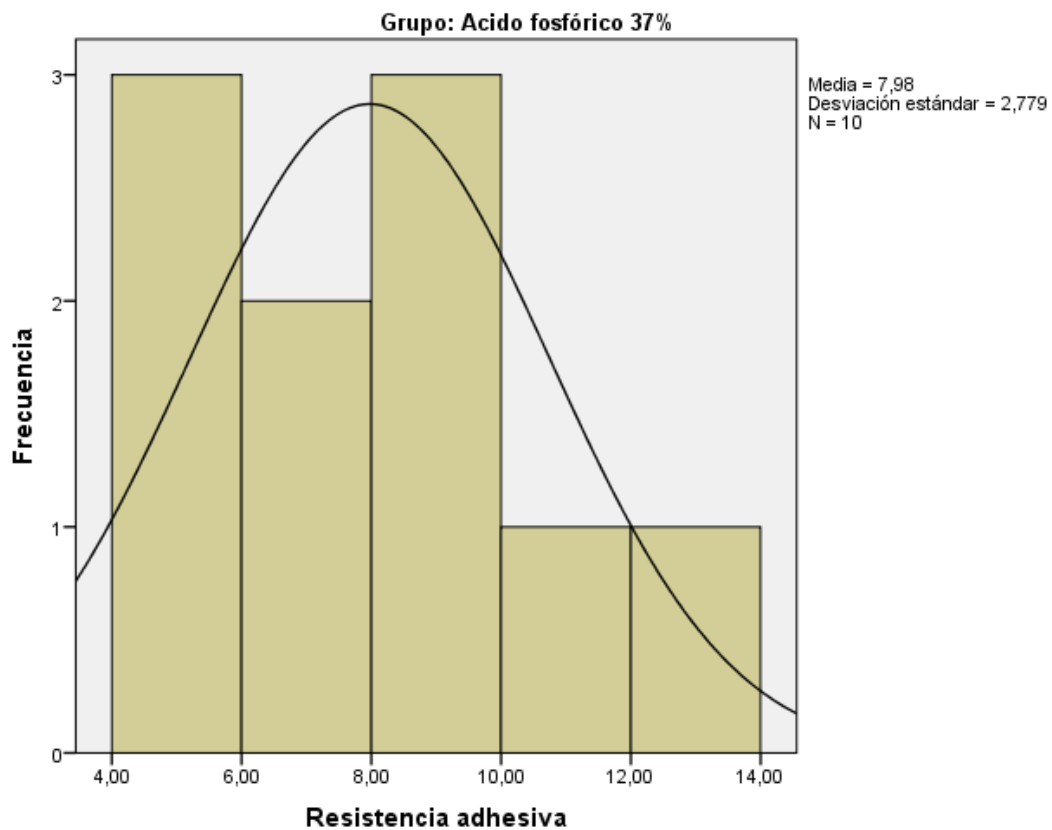
Distribución de los grados para el sellado marginal de los grupos EDTA 18% a los 60 y 90 segundos de aplicación

Tabla 11. Resistencia adhesiva in vitro en resina Bulk Fill acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% a los 15 segundos de aplicación

Grupo Ácido fosfórico 37% - 15 segundos	Media (MPa)	IC95%		Mediana (MPa)	DE	Mínimo (MPa)	Máximo (MPa)
		Li (MPa)	Ls (MPa)				
	7.98	5.99	9.96	7.91	2.78	4.09	13.01

Fuente: base de datos SPSS

Gráfico 3. Distribución de los valores de resistencia adhesiva para el grupo ácido fosfórico 37% a los 15 segundos de aplicación.



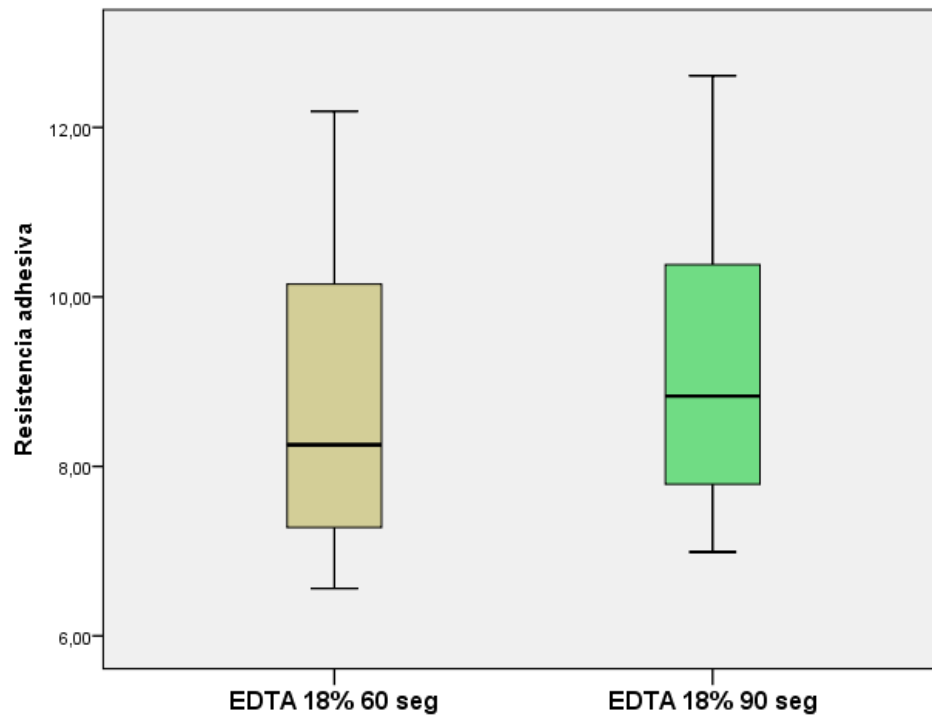
Distribución de los valores de resistencia adhesiva para el grupo ácido fosfórico 37% a los 15 segundos de aplicación.

Tabla 12. Resistencia adhesiva in vitro en resinas Bulk Fill acondicionada con el gel de EDTA al 18% a los 60 y 90 segundos de aplicación.

Grupo	Media (MPa)	IC95%		Mediana (MPa)	DE	Mínimo (MPa)	Máximo (MPa)
		Li (MPa)	Ls (MPa)				
EDTA 18% - 60 seg	8.80	7.38	10.22	8.26	1.98	6.56	12.19
EDTA 18% - 90 seg	9.20	7.88	10.52	8.83	1.84	6.99	12.61

Fuente: base de datos SPSS

Grafico 4. Distribución de los datos de la resistencia adhesiva entre grupos EDTA 18% a 60 y 90 segundos de aplicación.



Distribución de los datos de la resistencia adhesiva entre grupos EDTA 18% a 60 y 90 segundos de aplicación

Tabla 13. Comparación en el sellado marginal in vitro en resinas Bulk Fill acondicionadas con el ácido fosfórico al 37% en 15 segundos de aplicación y el gel de EDTA al 18% en 60 segundos de aplicación.

Grupo	Grado 0 (Sin penetración)		Grado 1 (Penetración en el esmalte)		Grado 2 (Penetración en la dentina)		p - valor ^a
	fi	%	fi	%	fi	%	
Ácido fosfórico 37%- 15 segundos	0	0.0%	7	70.0%	3	30.0%	1.000
EDTA 18% - 60 Segundos	0	0.0%	5	50.0%	5	50.0%	

^a Basado en el test no paramétrico U de Mann Whitney; fi=Frecuencia absoluta
Fuente: base de datos SPPS

Tabla 14. Comparación en el sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el ácido fosfórico al 37% en 15 segundos de aplicación y el gel de

Grupo	Grado 0 (sin penetración)		Grado 1 (Penetración en el esmalte)		Grado 2 (Penetración en la dentina)		p-valor ^a
	fi	%	fi	%	fi	%	
Ácido fosfórico 37% - 15 segundos	0	0.0%	7	70.0%	3	30.0%	0.263
EDTA 18% -90 Segundos	3	30.0%	6	60.0%	1	10.0%	

EDTA al 18% en 90 segundos de aplicación.

^a Basado en el test no paramétrico U de Mann Whitney; fi=Frecuencia absoluta
Fuente: base de datos SPPS

Tabla15. Comparación de resistencia adhesiva in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de ácido fosfórico al 37% en 15 segundos de aplicación y el gel de EDTA al 18% en 60 segundos de aplicación.

Grupo	Media (MPa)	IC95%		Mediana (MPa)	DE	p-valor ^a
		Li (MPa)	Ls (MPa)			
Ácido fosfórico 37% - 15 segundos	7.98	5.99	9.96	7.91	2.78	0.692
EDTA 18% -60 seg	8.80	7.38	10.22	8.26	1.98	

^aBasado en el test ANOVA de un factor; IC=Intervalo de confianza de la media; Li=Límite inferior del IC; Ls= Límite superior del IC; DE=Desviación estándar.

Fuente: base de datos SPPS

Tabla 16. Comparación de resistencia adhesiva in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de ácido fosfórico al 37% en 15 segundos de aplicación y el gel de EDTA al 18% en 90 segundos de aplicación.

Grupo	Media (MPa)	IC95%		Mediana (MPa)	DE	p-valor ^a
		Li (MPa)	Ls (MPa)			
Ácido fosfórico 37%- 15 segundos	7.98	5.99	9.96	7.91	2.78	0.451
EDTA 18% - 90 segundos	9.20	7.88	10.52	8.83	1.84	

^aBasado en el test ANOVA de un factor; IC=Intervalo de confianza de la media; Li=Límite inferior del IC; Ls= Límite superior del IC; DE=Desviación estándar

Fuente: base de datos SPPS

Tabla 17. Comparación del sellado marginal in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de EDTA al 18% en 60 y 90 segundos de aplicación

Grupo	Grado 0 (Sin penetración)		Grado 1 (Penetración en el esmalte)		Grado 2 (Penetración en la dentina)		p-valor ^a
	fi	%	fi	%	fi	%	
EDTA 18% - 60 Segundos	0	0.0%	5	50.0%	5	50.0%	0.038*
EDTA 18% - 90 Segundos	3	30.0%	6	60.0%	1	10.0%	

*Diferencias significativas (p<0,05); ^aBasado en el test no paramétrico U de Mann Whitney;

fi=Frecuencia absoluta

Fuente: base de datos SPPS

Tabla 18. Comparación de la resistencia adhesiva in vitro en resina Bulk Fill acondicionadas con el gel de EDTA al 18% en 60 y 90 segundos de aplicación.

Grupo	Media (MPa)	IC95%		Mediana (MPa)	DE	p-valor ^a
		Li (MPa)	Ls (MPa)			
EDTA 18% - 60 Segundos	8.80	7.38	10.22	8.26	1.98	0.916
EDTA 18% - 90 segundos	9.20	7.88	10.52	8.83	1.84	

^aBasado en el test ANOVA de un factor; IC=Intervalo de confianza de la media; Li=Límite inferior del IC; Ls= Límite superior del IC; DE=Desviación estándar

Fuente: base de datos SPPs

5.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Al evaluar la distribución del sellado marginal, se observó que la resina Bulk Fill acondicionada con gel de ácido fosfórico al 37 % en 15 segundos presentó en su mayoría microfiltración grado 1 (70%) de microfiltración. Tabla 9 y gráfico 1.

El grupo acondicionado con gel de EDTA al 18 % en 60 segundos, presenta microfiltración grado 1 y 2 en igual proporción; mientras que los acondicionados con gel de EDTA al 18 % en 90 segundos, presentó microfiltración grado 1 (60%). Tabla 10. Se observó que tanto el grupo gel de ácido fosfórico al 37% en 15 segundos y gel de EDTA al 18 % en 60 segundos no presentó ningún caso de microfiltración grado 0. Gráfico 2.

La distribución de la resistencia adhesiva (Mpa), mostro valores promedio para el grupo gel de ácido fosfórico 37% de $7.98 \text{ Mpa} \pm 2.78 \text{ Mpa}$ Tabla 11 y gráfico 3

El grupo gel de EDTA al 18% en 90 segundos de aplicado presentó los valores de resistencia adhesiva más altos ($9.20 \text{ Mpa} \pm 1.84 \text{ Mpa}$) que el de gel de EDTA 18% en 60 segundo ($8.80 \text{ Mpa} \pm 1.98 \text{ Mpa}$). Tabla 12. La distribución de los valores mostro esta diferencia con predominio de los grupos con gel de EDTA 18% en 90 segundos. Gráfico 4.

5.3. ANÁLISIS INFERENCIAL

- Comparación del sellado marginal de resina Bulk Fill entre los grupos gel de ácido fosfórico al 37 % en 15 de aplicación y el gel de EDTA al 18 % en 60 segundos de aplicación.

Hipótesis estadísticas

Ho: No existen diferencias de sellado marginal entre grupos

H1: Existen diferencias de sellado marginal entre grupos

Al realizar la comparación entre los grupos de estudio no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas solo entre los grupos gel ácido fosfórico 37% en 15 segundos y gel de EDTA al 18% en 60 segundos con un valor de $p=1.000$. Tabla 13

- Comparación del sellado marginal de resina Bulk Fill entre los grupos gel de ácido fosfórico al 37 % en 15 de aplicación y el gel de EDTA al 18 % en 90 segundos de aplicación.

Hipótesis estadísticas

Ho: No existen diferencias de sellado marginal entre grupos

H1: Existen diferencias de sellado marginal entre grupos

Al realizar el contraste de hipótesis se obtuvo valor de $p=0.263$, por lo que no podemos rechazar el Ho, concluyendo que no existen diferencias estadísticamente significativas en la distribución de los grados de sellado marginal entre los grupos de estudio. Tabla 14

- Comparación de la resistencia adhesiva de resina Bulk Fill entre los grupos gel de ácido fosfórico al 37 % en 15 de aplicación y el gel de EDTA al 18 % en 60 segundos de aplicación.

Ho: No existen diferencias de la resistencia adhesiva entre grupos

H1: Existen diferencias de la resistencia adhesiva entre grupos

Al realizar el contraste de hipótesis se obtuvo valor de $p=0.692$, por lo que no podemos rechazar el Ho, concluyendo que no existen diferencias estadísticamente significativas de la resistencia adhesiva entre los grupos de estudio. Tabla 15

- Comparación de la resistencia adhesiva de resina Bulk Fill entre los grupos gel de ácido fosfórico al 37 % en 15 de aplicación y el gel de EDTA al 18 % en 90 segundos de aplicación.

Ho: No existen diferencias de la resistencia adhesiva entre grupos

H1: Existen diferencias de la resistencia adhesiva entre grupos

Al realizar el contraste de hipótesis se obtuvo valor de $p=0.451$, por lo que no podemos rechazar el Ho, concluyendo que no existen diferencias estadísticamente significativas de la resistencia adhesiva entre los grupos evaluados. Tabla 16

- Comparación del sellado marginal de resina Bulk Fill entre los grupos gel de EDTA al 18% en 60 y 90 segundos de aplicación.

Hipótesis estadísticas

Ho: No existen diferencias de sellado marginal entre grupos

H1: Existen diferencias de sellado marginal entre grupos

Al realizar el contraste de hipótesis se obtuvo valor de $p=0.038$, por lo que podemos rechazar el H_0 , concluyendo que existen diferencias estadísticamente significativas en la distribución de los grados de sellado marginal entre los grupos de estudio. Tabla 17

- Comparación de la resistencia adhesiva de resina Bulk Fill entre los grupos gel de EDTA al 18% en 60 y 90 segundos de aplicación.

H_0 : No existen diferencias de la resistencia adhesiva entre grupos

H_1 : Existen diferencias de la resistencia adhesiva entre grupos

Al realizar el contraste de hipótesis se obtuvo valor de $p=0.916$, por lo que no podemos rechazar el H_0 , concluyendo que no existen diferencias estadísticamente significativas de la resistencia adhesiva entre los grupos evaluados. Tabla 10

VI. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se investigó el sellado marginal y resistencia adhesiva en muestras que fueron acondicionadas con ácido al 37% en 15 segundos de aplicación y EDTA al 18% a 60 y 90 segundos de aplicación y posteriormente fueron obturadas con resina Tetric N – bond Bulk Fill (Ivoclar – Vivadent), se demostró que no existe diferencias estadísticamente significativas en la resistencia adhesiva, sin embargo las muestras tratadas con EDTA al 18% en 90 segundos de aplicación (9.2 MPa), tiene mayor fuerza de adhesión comparada con el ácido fosfórico (7.9MPa). En cuanto al sellado marginal solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas al contrastar los grupos de EDTA al 18% en 60 segundos y 90 segundos de aplicación.

En el presente trabajo de investigación se prepararon cavidades de Black tipo I (contorno total de la preparación), sin embargo algunos estudios como Pérez (2015), Arce (2015), Monsalves et al. (2014) y Barzallo (2013) consideraron una superficie plana (1 cara), lo cual no se acerca a la realidad en el quehacer odontológico pues generalmente se trabaja sobre dos sustratos: esmalte y dentina.

Respeto a la resistencia adhesiva, Mandava et al (2017), evaluaron y compararon la resistencia adhesiva mediante la microtracción de 3 compuestos Bulk Fill y 1 convencional, concluyendo que las resinas Bulk fill presentaron adecuada fuerza de adhesión en la dentina, dichos resultados concuerdan con lo obtenido en la presente investigación cuando se acondicionó las muestras con ácido fosfórico al 37%.

Charamba, Meireles, Duarte, Montenegro y Andrade (2017), analizaron la resistencia de unión de 2 resinas Bulk Fill (empacable y flow) y 1 resina nanohíbrida,

concluyendo que las resinas monoincrementales obtuvieron mayores valores de resistencia de unión expresados en Mpa, dichos valores concuerdan con lo hallado en el presente trabajo de investigación cuando se realizó el grabado ácido obteniendo un valor promedio de 7.97 Mpa.

Pérez (2015), analizó la fuerza adhesiva empleando EDTA al 18 % en 90 segundos y una técnica autograbante y concluyendo que el esfuerzo es mayor en el grupo del EDTA, cuyos datos concuerdan con los valores obtenidos en la presente investigación.

Monsalves et al.(2014), evaluó el sellado marginal y la resistencia adhesiva en piezas dentarias deciduas y permanentes con un sistema de 2 pasos , tomando los datos obtenidos en la dentición permanente en la prueba de resistencia adhesiva (9.52Mpa), el cual discrepa con lo obtenido en la presente investigación puesto que se obtuvo (7.97 Mpa).

Finalmente Barzallo (2013), determinó la resistencia adhesiva de EDTA al 18 % a diversos tiempo de acción como sustituto del ácido fosfórico mediante la prueba de tracción, concluyendo que el EDTA al 18% en 90 segundos es un suplente efectivo del gel tradicional, mientras que en el presente trabajo no se encontraron diferencia estadísticamente significativas .

En cuanto a la microfiltración Jinez (2018) comparó la microfiltración en resina Bulk Fill y una resina nanohíbrida cuyos resultados fueron favorables para las primeras pues presentaron menor cantidad de muestras con microfiltración, el presente estudio concuerda ya que al emplear el gel grabador para adherir una resina Bulk Fill se hallaron resultados similares.

Flores (2017) comparó la microfiltración producida en el grabado ácido con ácido fosfórico con dos técnicas: tradicional y pre selectivo en resinas Bulk Fill y concluyeron que la microfiltración estuvo presente en ambas técnicas y en cuanto a la técnica convencional el 50 % de las muestras no presentó microfiltración y el 33% microfiltración leve, dichos resultados no concuerdan con lo obtenido en la presente investigación pues al acondicionar las muestras con la técnica tradicional se obtuvo un 70 % de microfiltración leve.

Nascimento et al (2016) evaluaron la microfiltración en resina Bulk Fill con la técnica de grabado ácido y autograbado empleando una escala de 0 a 3, concluyendo que ninguno de los sistemas elimina la microfiltración, en el presente trabajo se empleó ácido grabador y EDTA 18% en 60 y 90 segundos cuyos resultados difieren pues se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de EDTA al 18 % en 60 segundos y 90 segundos; por lo cual no se concuerda con los autores.

Arce(2015) comparó el grado de microfiltración en dos marcas distintas de resinas Bulk Fill utilizando dos sistemas adhesivos, obteniendo que entre las técnicas empleados no existen diferencias significativas en la microfiltración sin embargo la resina Tetric N – Ceram Bulk Fill presenta menor porcentaje de microfiltración, en este estudio se empleó la resina última mencionada cuando fue acondicionada con el gel grabador obteniéndose resultados similares en esta investigación , por lo cual se concuerda con la autora.

Finalmente Alves et al (2014) determinó la adaptación marginal de resinas Bulk Fill y resinas convencionales en cavidades clase II, concluyendo que las resinas en bloque no presentan mejor adaptación con respecto al ultimas, sin embargo no se encontraron

diferencias significativas cuando se evaluó el esmalte dental , dicho resultado concuerda con lo obtenido en la presente investigación .

VII. CONCLUSIONES

1.- Las muestras acondicionadas con ácido fosfórico al 37% por 15 segundos de aplicación, la mayoría de ellas presentaron microfiltración con penetración del colorante en la pared del esmalte de la cavidad (grado 1) y el resto presentó microfiltración con penetración de colorante en la pared de la dentina de la cavidad (grado 2) y en cuanto a la resistencia adhesiva obtuvo un valor promedio de 7.97 Mpa.

2.- Los especímenes dentales acondicionados con el gel de EDTA al 18 % por 60 segundos de aplicación, la mitad de las muestras evidencio microfiltración con penetración del colorante en la pared del esmalte de la cavidad (grado 1) y la otra mitad microfiltración con penetración de colorante en la pared de la dentina de la cavidad (grado 2) y para la prueba de resistencia a la tracción obtuvo un valor medio de 8.8 Mpa.

3.- Las piezas dentales tratadas con el gel de EDTA al 18% en 90 segundos de aplicación, la mayoría de ellos presentó microfiltración con penetración del colorante en la pared del esmalte de la cavidad (grado 1) y en menor proporción la ausencia de penetración de colorante (grado 0) y la microfiltración en la pared de la dentina de la cavidad (grado2) y en relación a la resistencia a la tracción se registró un promedio de 9.2 Mpa, este último resultado es superior a lo obtenido con respecto a los anteriores y en cuanto a la microfiltración se obtuvo casos óptimos (grado 0) que no fueron hallados en los otros grupos parte del estudio.

4.- Al comparar el sellado marginal del ácido fosfórico al 37% en 15 segundos de aplicación y el gel de EDTA al 18 % en 60 segundos de aplicación, se encontraron valores similares para ambos grupos.

5.- Al comparar el sellado marginal de gel de ácido fosfórico al 37% en 15 segundos de aplicación y gel de EDTA al 18 % en 90 segundos de aplicación, se halló microfiltración grado 0 ,1 y 2 para el primer grupo en cambio en el último grupo se registró microfiltración 1 y 2, lo cual conlleva a deducir que el EDTA al 18 % en el tiempo mencionado presenta mejores resultados que el grupo contrastado.

6.- Al comparar la resistencia adhesiva de gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de EDTA al 18 % en 60 segundos de aplicación, se obtuvo valores ligeramente superiores para el último pero no estadísticamente significativos

7.- Al comparar la resistencia adhesiva del gel de ácido fosfórico al 37% y el gel de EDTA 18 % en 90 segundos de aplicación, se obtuvo valores ampliamente superiores para el último.

8.- Al comparar el sellado marginal del gel EDTA al 18 % en 60 y 90 segundos de aplicación, se hallaron diferencias estadísticamente significativas.

9.- Al comparar la resistencia adhesiva del gel de EDTA al 18 % en 60 y 90 segundos de aplicación, se encontró un mayor promedio para el grupo de 90 segundos y sería un sustituto ideal al ácido fosfórico.

10.- Tanto el EDTA al 18 % en 60 y 90 segundos y el ácido fosfórico son buenos acondicionantes dentarios en el proceso de obturación dental.

VIII. RECOMENDACIONES

- Creación de un banco de piezas dentales en la cátedra de Operatoria dental u Odontología restauradora permitiendo realizar las investigaciones con piezas dentales de características pre establecidas y ayudando en la celeridad de las posteriores investigaciones
- Realizar un estudio similar con EDTA al 18% empleando resinas Bulk Fill de las distintas casas comerciales y contrastar los valores obtenidos en la presente investigación.
- Realizar un estudio similar con EDTA al 18 % empleando distintos tipos de lámparas y corroborar si ello influye en la microfiltración, por ejemplo luz LED y luz i LED.
- Realizar microfotografías a la microscopia electrónica para comprobar la apertura de los túbulos dentinarios y reducción del barro dentinario al aplicar las sustancias acondicionantes.
- Se recomienda la adquisición de un equipo de termociclaje en la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal para la investigación en Operatoria Dental.
- Difundir los resultados del presente estudio para su corroboración por parte de otro investigador

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilera, A. ,Guachalla, J ., Urbina, G. y Sierra, M.(2001).Sistemas adhesivos de autograbado. *Revista de Chile*, 92(2), 23-28.
- Alves , E., Ardu, S.,Lefever, D., Ferreira, F.,Bortolotto, T y Krejci, I.(2014). Marginal adaptation of class II cavities restored with Bulk Fill composites. *Journal of Dentistry*, 42(5), 575-581.
- Arce, E. (2015). *Evaluación del grado de microfiltración de dos resinas compuestas Bulk Fill con diferente modalidad de grabado de un adhesivo universal* .Tesis para obtener el grado de Cirujano Dentista. Santiago de Chile: Universidad Andrés Bello.
- Anusavice, K (2004). *Phillips Ciencia de los Materiales Dentales*. Barcelona: Elsevier.
- Baratieri, M. (2001). *Restauraciones Estéticas con Resina Compuesta en dientes posteriores*. Sao Paulo: Artes Médicas
- Barzallo, M .(2013).*Evaluación in vitro de la influencia en la resistencia adhesiva de la aplicación sobre la superficie dentinaria de EDTA al 18%en 15 segundos , 1 minuto y 90 segundos y ácido fosfórico al 37% en 15 segundos*. Tesis de grado para obtener el título de Odontólogo general .Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- .Bogra, S. (2003). Etching with EDTA (an in vitro study). *Journal of the Indian Society of Periodontics and Preventive Dentistry*, 79-83.
- Camps I.(2004). La evolución de la adhesión a dentina .*Avances en Odontoestomatología*, 20(1) ,11-17.

- Carrillo, C y Monroy, A (2009). Materiales dentales de resinas compuestas y su polimerización. Parte I. *Revista ADM*. 45(4), 10-17.
- Ceballos L. (2004). Adhesión a dentina afectada por caries y dentina esclerótica. *Avances en Odontoestomatología*, 20(2),71-78.
- Charamba,C.,Meireles,S.,Duarte,R.,Montenegro,R y Andrade, A.(2017(Resistencia de união de compósitos do tipo Bulk Fill: análise in vitro. *Revista de Odontologia da UNESP* ,46(2),77-81.
- Corral, C. , Vildósola, P. , Beresezio, C., Alves Dos Campos, E. y Fernández ,E.(2015).Revisión del estado actual de resinas compuestas Bulk Fill. *Revista de Odontología de la Universidad de Antioquia*, 27(1) ,177-196.
- Dourado, A. y Reis, A.(2006). Sistemas adhesivos. *Revista de Operatoria Dental y Biomateriales*,1(2),13-28.
- Esteban I. (2005). Fracasos en la adhesión. *Avances en Odontoestomatología*, 21(2) ,63-69.
- Flores, J (2017).*Influencia del grabado ácido en el grado de filtración marginal de restauraciones de resina bulk fill .Estudio in vitro*. Proyecto de Investigación presentado como requisito previo a la obtención del Título de Odontólogo .Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Ferracane J. (2011). Resin composite – State of the art. *Dental Materials*, 27(1), 29-38
- Ferraz, T y Bresciani, E.(2016).Resina Bulk Fill –O estado da arte. *Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*, 70(3),242-248.

- Gallego, P. y Claros, R. (2007). *Diseño mecánico de una máquina universal de ensayos para polímeros*. Proyecto de grado para optar al título de tecnólogo mecánico. Risaralda: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Gómez, S. y De la Macorra, J. (1997). Estudio de la microfiltración: modificación a un método. *Avances en Odontoestomatología*, 13, 265-271.
- Gómez de Ferraris, M. y Campos, A. (2009). *Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental*. 3Ed. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- González, J., Gonzales, G. y Barrial, R. (2004). *Laboratorio de microbiología: instrumentación y principios básicos*. 1°Ed. Cuba: Editorial Ciencias Médicas.
- Henostroza, G. (2003). *Adhesión en Odontología Restauradora*. Curitiba: MAIO.
- Hernández, R., Fernandez, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. 6 Ed. Cd de Mexico: Mc Graw Hill.
- Hulsmann, M. , Heckendorff, M. & Schafers ,F . (2002). Comparative in-vitro evaluation of three chelator pastes. *International Endodontic Journal*, 668-679.
- ISO/TS 11405:2015 - Dentistry -- Testing of adhesion to tooth structure.
- Jinez, P. (2018). *Microfiltración marginal en cavidades clase II con resinas Nanohíbridas vs resinas nanohíbridas bulk fill. Estudio in vitro*. Proyecto de investigación presentado como requisito previo a la obtención del título de Odontóloga. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Mandari, M., Aguirre, A. y Zamudio, S. (2015). Sistemas adhesivos en odontología restauradora. *Odontoestomatología*, 17(26) ,50-56.

- Mandava,J.,Vegesna,D.,R.,Ravi,R.,Boddeda,M.,Uppalapati, L y Ghazanfaruddin,M.
Microtensile bond strength of bulk-fill restorative composite to dentin. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 9(8), e1023-e1028.
- Martín, J.(2004).Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. *Avances en Odontoestomatología*, 6(1) ,19-32.
- Meléndez, J., Varela, R., Cueto, G., Mondragón, J., Carrillo, L., Coronado, E., García, E., Rojo, C. y Orozco, K. (2002). Evaluación del grabado de esmalte en piezas con ápice inmaduro y maduro utilizando ácido ortofosfórico al 37% por medio de microscopia electrónica de barrido. *Acta Odontológica Venezolana* ,40(1) ,26-30.
- Monsalves, S., Terrazas, P., Toro, G y Bader, M. (2014).Evaluación del grado de sellado marginal resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta con adhesivo convencional en dentición primaria y definitiva. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 7(3) ,149-156.
- Nascimento, A., Alves, E., Durão,M., Sousa,Y.Correira ,T y Braz, R.(2016). Marginal microleakage in Bulk Fill resins. *Revista de Odontologia da UNESP*,45 (6),327-331.
- Olcese, O. (2011).*Efecto del acondicionamiento ácido sobre la superficie adamantina haciendo uso de agentes cementante auto condicionantes: resistencia a la tracción* .Tesis para obtener el grado de Cirujano Dentista. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia.

- Parra, M. y Garzón, H. (2012). Sistemas adhesivos autograbadores, resistencia de unión y nanofiltración: una revisión. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 24(1),133-150.
- Pérez, K. (2015). *Fuerza de adhesión de la dentina superficial acondicionada con técnica Autograbantes y con EDTA estudio in vitro*. Tesis para obtener el título de Cirujano Dentista. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Pereira, V., Asquino, N., Apellaniz, D., Bueno, L., Tapia, G y Bologna, R. (2016). Metaloproteinasas de la matriz extracelular (MMPs) en Odontología. *Odontoestomatología*, 18(28),20-29.
- Pomacóndor, C. (2010). Papel de la clorhexidina en la odontología restauradora. *Odontología Sanmarquina*, 13 (2) ,46-49.
- Ramos, G., Calvo, N. y Fierro, R. (2015). Adhesión convencional en dentina, dificultades y avances en la técnica. *Revista de Odontología de la Universidad de Antioquia*, 26(2) ,468- 486.
- Real Academia Española (2017). *Diccionario de la lengua española*. 23Ed. Madrid: Autor.
- Rodríguez, D y Pereira, N. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta odontologica venezolana*, 46(3), 245-265.
- Sadullah ,K. , Selengul, A ., Ibrahim, U .(2011). Comparison of the Impact of Long-Term Applications of MTAD and EDTA Irrigation Agents on Dentin Structure: A Scanning Electron Microscope Study. *International Dental Research*, 1(2),60-64.

- Sebold , M ., Bosso, A. , Ambrosano, M., Nascimento, F. , Giannini ,M.(2017). Bond strength and adhesive interface analysis using EDTA as a dentine conditioner. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 77, 157-163.
- Segura, J., Jiménez A., Llamas R., Jiménez A.(1997).El ácido etilen diamino tetraacético (EDTA) y su uso en endodoncia.*Endodoncia* ,15(2),90-97.
- Valverde, T. y Quispe, S. (2013).Microfiltración marginal. *Revista de actualización Clínica Investiga*, 30,1516-1520.
- Vola J.(2014).Influencia de los inhibidores de las metaloproteinasas, agentes reticuladores y remineralización biomimética en la longevidad de la unión adhesiva.ParteI.inhibidores de las metaloproteinasas . *Actas odontológicas* ,12(2) ,10-21
- Yévenes, I., Reyes, J., Antúnez, M., Quevedo, L., Garrido C. (2002). Desmineralización de Premolares con Soluciones de EDTA a diferentes pH de Incubación. *Revista Dental de Chile*, 93(1) ,17-20.

X. ANEXOS

ANEXO 1**Tabla de puntuación para prueba de sellado marginal**

Puntuación	Interpretación
Grado 0	Ausente
Grado 1	Penetración en la pared de esmalte de la cavidad
Grado 2	Penetración en la parte de la dentina de la cavidad , pero no incluye el piso pulpar de la cavidad
Grado 3	Penetración incluyendo el piso pulpar de la cavidad

Norma ISO 11405:2015 – Ensayo de adherencia a la estructura dental.

ANEXO 2

**Ficha de recolección de datos para la variables de sellado marginal – ácido
fosfórico al 37%**

PIEZAS DENTALES SUMERGIDAS EN AZUL DE METILENO AL 0.5% PARA EL ESTUDIO DE MICROFILTRACION TRATADOS CON GEL DE ÁCIDO FOSFORICO AL 37%				
Puntuación de la microfiltración	GRADO 0	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3
Pieza 1				
Pieza 2				
Pieza 3				
Pieza 4				
Pieza 5				
Pieza 6				
Pieza 7				
Pieza 8				
Pieza 9				
Pieza 10				
Total				

Interpretación:

- ❖ Grado 0: Ausente.
- ❖ Grado 1: Penetración en la pared de esmalte de la cavidad
- ❖ Grado 2: Penetración en la parte de la dentina de la cavidad, pero no incluye el piso pulpar de la cavidad
- ❖ Grado 3: Penetración incluyendo el piso pulpar de la cavidad

ANEXO 3

Ficha de recolección de datos para la variables de sellado marginal – EDTA al

18% en 60 seg

PIEZAS DENTALES SUMERGIDAS EN AZUL DE METILENO AL 0.5% PARA EL ESTUDIO DE MICROFILTRACION TRATADOS CON GEL DE EDTA AL 18 % EN 60 SEGUNDOS				
Puntuación de la microfiltración	GRADO 0	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3
Pieza 1				
Pieza 2				
Pieza 3				
Pieza 4				
Pieza 5				
Pieza 6				
Pieza 7				
Pieza 8				
Pieza 9				
Pieza 10				
Total				

Interpretación:

- ❖ Grado 0: Ausente.
- ❖ Grado 1: Penetración en la pared de esmalte de la cavidad
- ❖ Grado 2: Penetración en la parte de la dentina de la cavidad , pero no incluye el piso pulpar de la cavidad
- ❖ Grado 3: Penetración incluyendo el piso pulpar de la cavidad

ANEXO 4

Ficha de recolección de datos para la variables de sellado marginal – EDTA al

18% en 90seg

PIEZAS DENTALES SUMERGIDAS EN AZUL DE METILENO AL 0.5% PARA EL ESTUDIO DE MICROFILTRACION TRATADOS CON GEL EDTA AL 18 % EN 90 SEGUNDOS				
Puntuación de la microfiltración	GRADO 0	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3
Pieza 1				
Pieza 2				
Pieza 3				
Pieza 4				
Pieza 5				
Pieza 6				
Pieza 7				
Pieza 8				
Pieza 9				
Pieza 10				
Total				

Interpretación:

- ❖ Grado 0: Ausente.
- ❖ Grado 1: Penetración en la pared de esmalte de la cavidad
- ❖ Grado 2: Penetración en la parte de la dentina de la cavidad , pero no incluye el piso pulpar de la cavidad
- ❖ Grado 3: Penetración incluyendo el piso pulpar de la cavidad

ANEXO 5**Ficha de recolección de datos para la prueba de resistencia adhesiva**

GRUPO DE MUESTREO: _____

MUESTRA	FUERZA REGISTRADA
	(N)
01	
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	
09	
10	


ANEXO 6: Matriz de consistencia

SELLADO MARGINAL Y RESISTENCIA ADHESIVA EN RESINAS BULK FILL APLICANDO EDTA AL 18 % GEL COMPARADO CON EL ACIDO FOSFÓRICO AL 37% GEL EN EL ACONDICIONAMIENTO DENTAL. IN VITRO-2017

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MATERIALES Y MÉTODOS
<p>¿Qué grado de sellado marginal y resistencia adhesiva presentan las resinas Bulk Fill aplicando gel de EDTA al 18 %, comparado con el gel de ácido fosfórico al 37% en el acondicionamiento dental In vitro?</p>	<p>Objetivos general Comparar el grado de sellado marginal y resistencia adhesiva en resina Bulk – Fill aplicando gel de EDTA al 18 % a los 60 y 90 segundos de aplicación frente al gel de ácido fosfórico al 37% a los 15 segundos de aplicación en el acondicionamiento dental. In vitro.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar el grado de sellado marginal in vitro en resinas Bulk Fill acondicionada con el gel de ácido fosfórico al 37% a los 15 segundos de aplicación. - Determinar el grado de sellado marginal in vitro en resinas Bulk Fill acondicionada con el gel de EDTA al 18% a los 60 y 90 segundos de aplicación. - Determinar la resistencia adhesiva in vitro en resinas Bulk Fill acondicionadas con el gel de ácido fosfórico al 37 % a los 15 segundos de aplicación. - Determinar la resistencia adhesiva in vitro en resinas Bulk Fill acondicionadas con el gel de EDTA al 18 % a los 60 y 90 segundos de aplicación. - Comparar el sellado marginal in vitro en resinas Bulk Fill acondicionadas con el ácido fosfórico al 37 % a los 15 de aplicación y el gel de EDTA al 18 % en 60 segundos de aplicación. - Comparar el sellado marginal in vitro en resinas Bulk Fill acondicionadas con el gel de ácido fosfórico al 37% en 15 segundos de aplicación y el gel de EDTA al 18 % en 90 segundos de aplicación. - Comparar la resistencia adhesiva in vitro en resinas Bulk Fill acondicionadas con el gel de ácido fosfórico al 37% en 15 segundos de aplicación y el gel de EDTA al 18% en 60 segundos de aplicación. - Comparar la resistencia adhesiva in vitro en resinas Bulk Fill acondicionadas con el gel de ácido fosfórico al 37% en 15 segundos de aplicación y el gel de EDTA al 18% en 90 segundos de aplicación. - Comparar el sellado marginal in vitro en resinas Bulk Fill acondicionadas con el gel de EDTA al 18% en 60 y 90 segundos de aplicación. - Comparar la resistencia adhesiva in vitro en resinas Bulk Fill acondicionadas con el gel de EDTA al 18 % en 60 y 90 segundos de aplicación. 	<p>Siendo un factor importante el sellado marginal y resistencia adhesiva en la restauración dental con resina, la aplicación del gel de EDTA al 18 % en el acondicionamiento o dental, mejoraría el grado de sellado marginal y la resistencia adhesiva de la resina Bulk Fill en comparación con el gel de ácido fosfórico al 37% en un período de tiempo determinado.</p>	<p>Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ácido fosfórico al 37 % gel en 15 segundos -EDTA al 18 % gel en 60 segundos - EDTA al 18% gel en 90 segundos <p>Dependiente :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Sellado marginal -Resistencia Adhesiva 	<p>Tipo de estudio : Experimental, Prospectivo, Longitudinal y Comparativo</p> <p>Población : Conformada por 60 piezas dentales humanas (terceros molares superior e inferior).</p> <p>Criterios de inclusión</p> <ul style="list-style-type: none"> - Terceros molares con indicación de exodoncia por motivos ortodonticos y terapéuticos. - Terceros molares superiores e inferiores sin presencia de lesión cariosa, material restaurador, fisura o tratamiento de conducto previo. - Terceros molares superiores e inferiores con morfología oclusal intacta. - Terceros molares superiores e inferiores que presentes longitudes entre 18 a 20 mm para tener espacio para realizar las cavidades. - Terceros molares superiores e inferiores de reciente avulsión (no más de tres meses). <p>Criterios de exclusión</p> <ul style="list-style-type: none"> - Piezas dentarias distintas a terceros molares superiores e inferiores.

ANEXO 7

Carta de presentación al laboratorio High Technology Laboratory Certificate
SAC.

 Universidad Nacional
Federico Villarreal

CARGO

FACULTAD DE ODONTOLÓGIA

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

Pueblo Libre, 27 de diciembre de 2017

Ingeniero
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN
Jefe
LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY
LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
San Juan de Lurigancho .-

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller **LLANCARI ALONZO, FABIOLA LORENA**, quien se encuentra realizando su trabajo de tesis titulado:

SELLADO MARGINAL Y RESISTENCIA ADHESIVA DE RESINAS BULK FILL APLICANDO GEL DE EDTA AL 18 %COMPARADO CON EL GEL DE ÁCIDO FOSFÓRICO AL 37% EN EL ACONDICIONAMIENTO DENTAL IN VITRO - 2017

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso a la Bachiller **LLANCARI** para la recopilación de datos, lo que le permitirá desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,



Mg. MARTIN GUICERIO AÑAÑOS GUEVARA
Decano


Mg. C.D. CARMEN ROSA HUAMANI PARRA
Jefe (e)
OFICINA DE GRADOS y TÍTULOS
FACULTAD DE ODONTOLÓGIA

Miriam G.

Se adjunta: Protocolo de Tesis

095-2017



Calle San Marcos N° 351 – Pueblo Libre -
Correo electrónico: gradosytitulos@fo.univ.edu.pe

Telef.: 7480888 - 8335

ANEXO 8

Carta de presentación a la Universidad Alas Peruanas – Filial Huacho

 **Universidad Nacional
Federico Villarreal**

CARGO

"AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

Pueblo Libre, 29 de enero de 2018

**Ph. D.
SEGUNDO GARCÍA RODRÍGUEZ
DIRECTOR GENERAL – FILIAL HUACHO
UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**
Presente .-

UAP UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FILIAL HUACHO

08 FEB. 2018/

RECIBIDO

OFICINA MESA DE AYUDAS
Hora: 10:27 am Firma

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller **LLANCARI ALONZO, FABIOLA LORENA**, quien se encuentra realizando su trabajo de tesis titulado:

SELLADO MARGINAL Y RESISTENCIA ADHESIVA DE RESINAS BULK FILL APLICANDO GEL DE EDTA AL 18 % COMPARADO CON EL GEL DE ÁCIDO FOSFÓRICO AL 37% EN EL ACONDICIONAMIENTO DENTAL IN VITRO - 2017

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso a la Bachiller **LLANCARI** en el uso de estufa y esteroscopio ubicados en el Laboratorio de Ciencias de la Salud, bajo la supervisión del Mg. Esp. César Cayo Rojas, lo que le permitirá desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,



Mg. MARTÍN GLICERIO ANANOS GUEVARA
DECANO



Mg. CARMEN ROSA HUAMANI PARRA
JEFE (e)
OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

Se adjunta: Protocolo de Tesis

001-2018

Calle San Marcos N° 351 – Pueblo Libre -
Correo electrónico: gradosytitulos@fo.unfv.edu.pe
Telef.: 7480888 - 8335

ANEXO 9

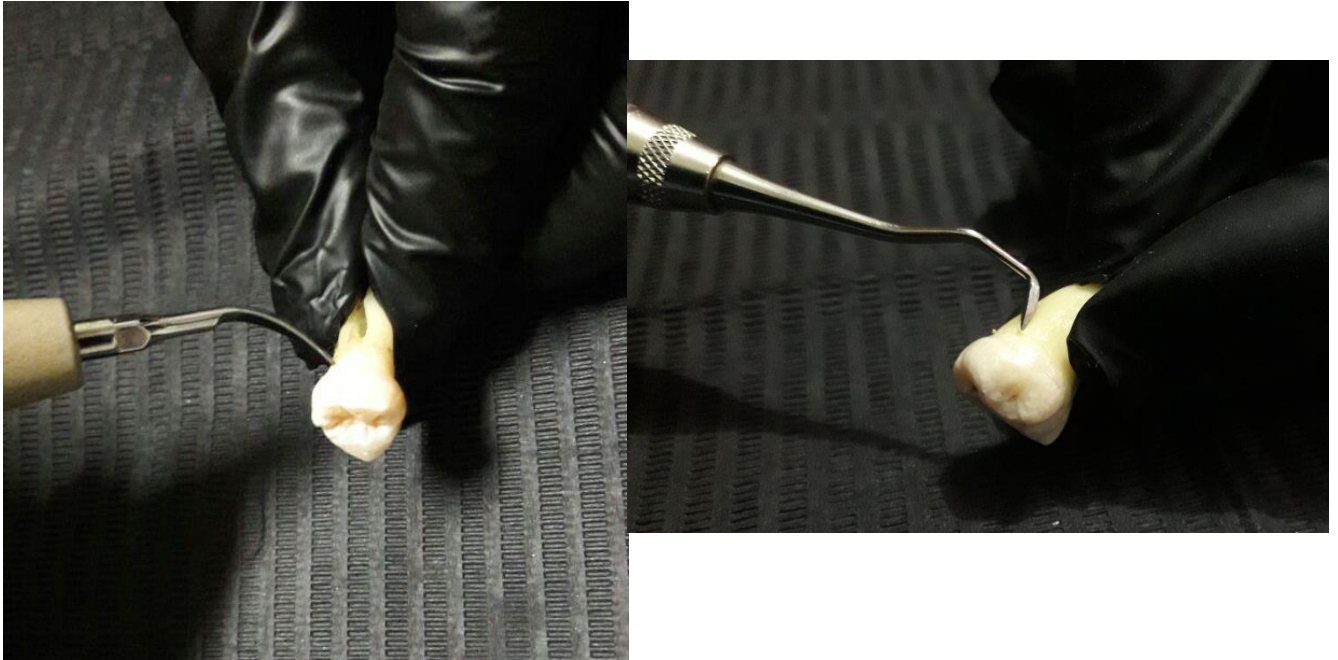
Vistas fotográficas de la ejecución del trabajo de investigación



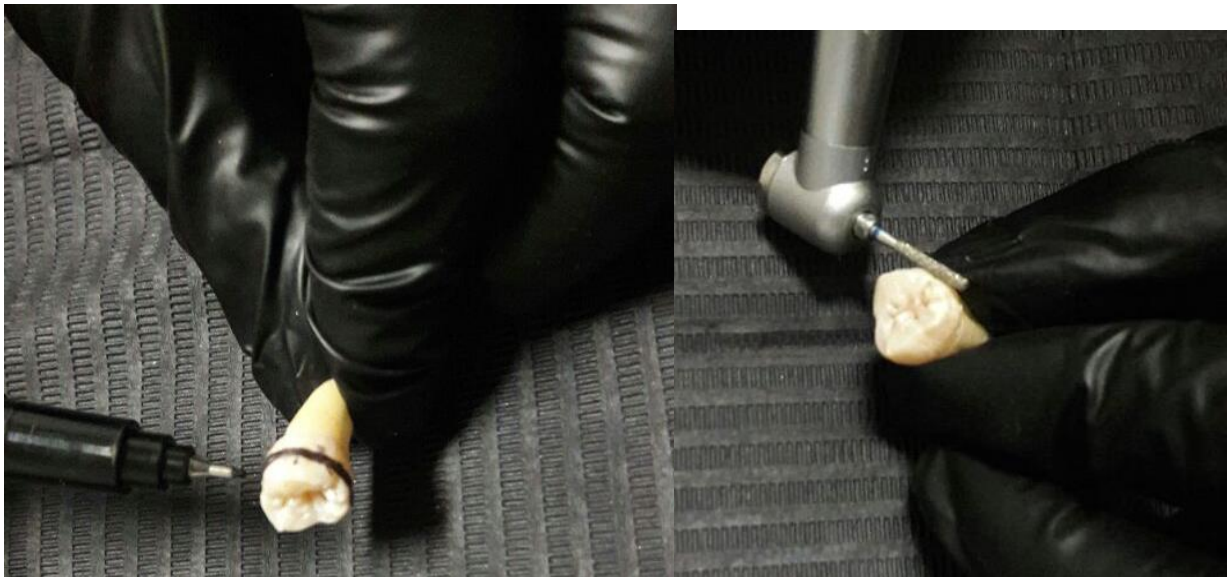
FOTOGRAFÍA n °1: Piezas dentales conservadas en suero fisiológico al 0.9% en el frigobar



FOTOGRAFÍA n°2: Materiales empleados en las pruebas de tracción y microfiltración



FOTOGRAFIA n°3: Eliminación de los tejidos blandos circundantes a las piezas dentales con scaler y cureta periodontal



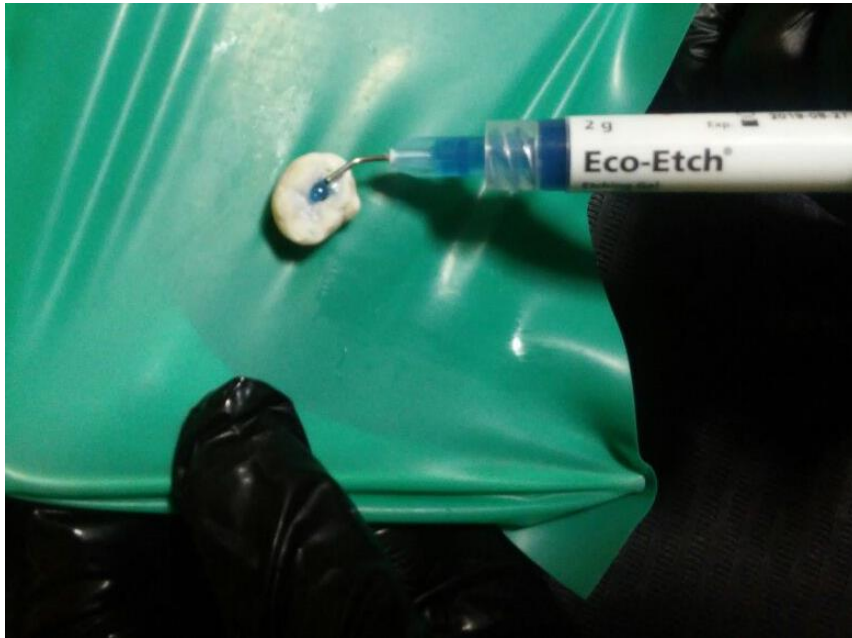
FOTOGRAFIA n°4: Eliminación del esmalte oclusal con fresa cilíndrica y pieza de mano de alta velocidad



FOTOGRAFIA n°5: Sellado de los ápices dentales con ionómero fotocurable I- sealTM



FOTOGRAFIA n°6: Preparación de las cavidades estandarizadas de 3mm de diámetro y 4 mm de profundidad.



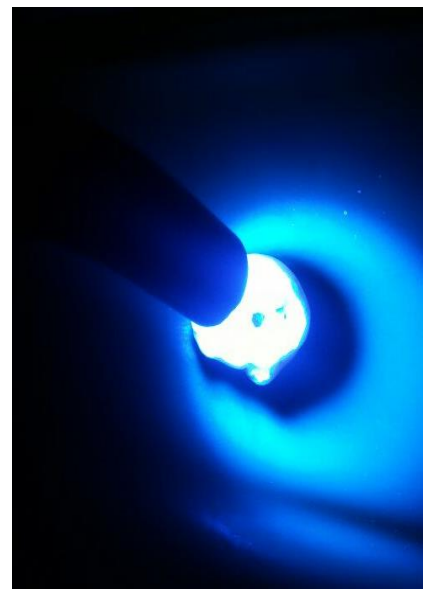
FOTOGRAFIA n°7: Acondicionamiento dental con ácido fosfórico al 37%.



FOTOGRAFIA n°8: Aplicación de la solución de Clorhexidina al 2% (Maquira)



FOTOGRAFIA n°9: Calibración de la intensidad de la lámpara LED Woodpecker a 1000 mw/ cm^2

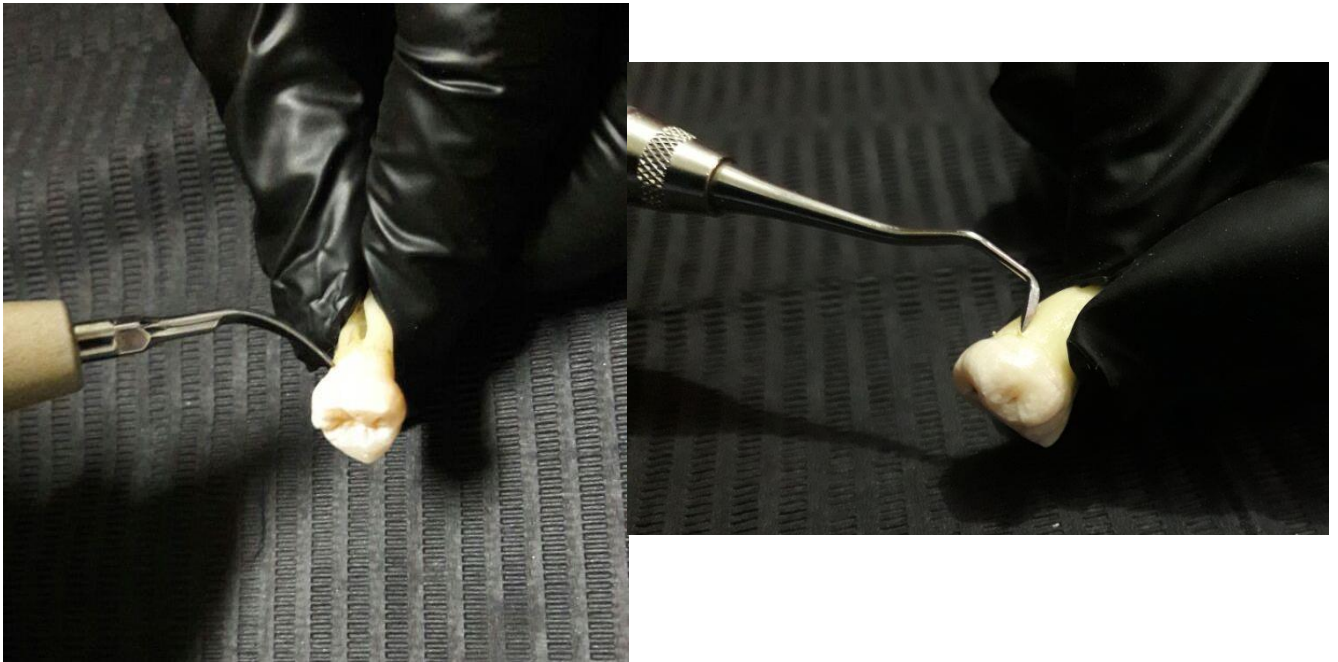


FOTOGRAFIA n°10: Aplicación del 2 capas de adhesivo Tetric N- Bond

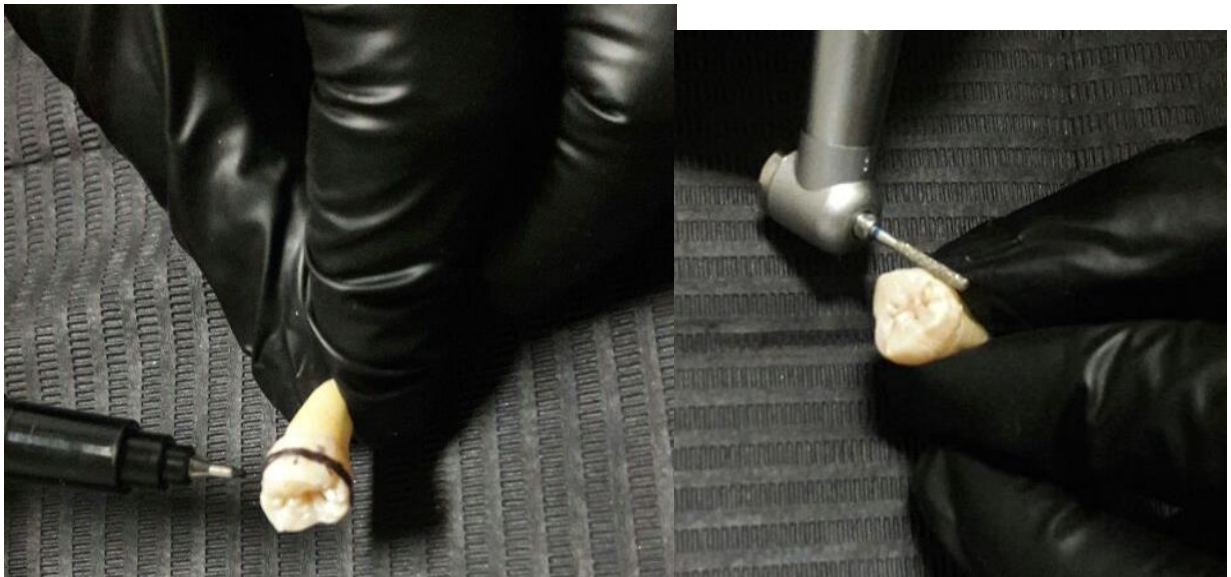


FOTOGRAFIA n°11: Colocación de la resina Bulk fill Tetric N- Ceram color IV A a través de un tornillo





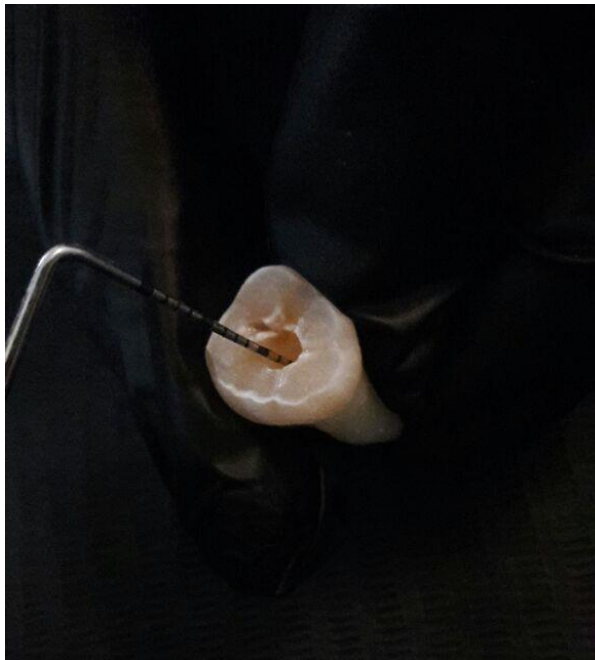
FOTOGRAFIA n°3: Eliminación de los tejidos blandos circundantes a las piezas dentales con scaler y cureta periodontal



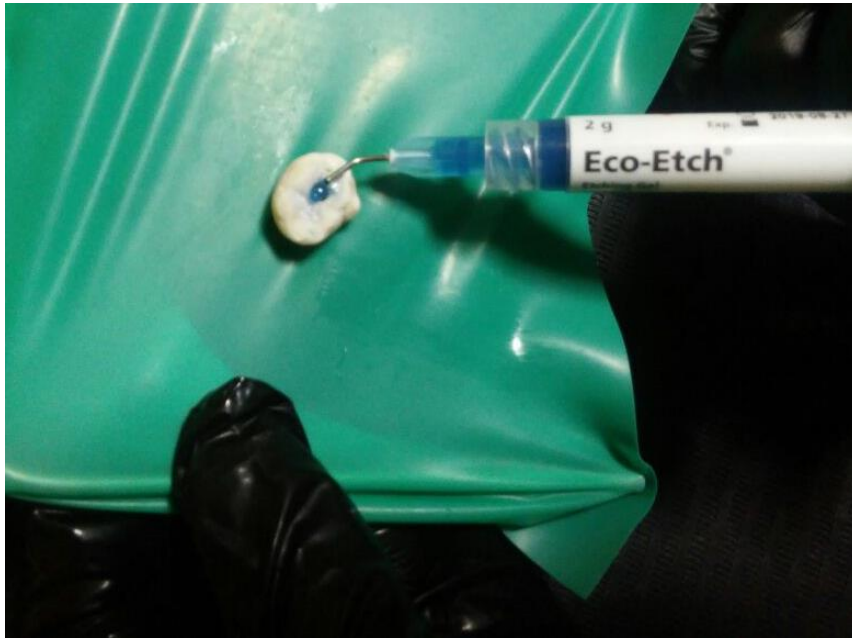
FOTOGRAFIA n°4: Eliminación del esmalte oclusal con fresa cilíndrica y pieza de mano de alta velocidad



FOTOGRAFIA n°5: Sellado de los ápices dentales con ionómero fotocurable I- sealTM



FOTOGRAFIA n°6: Preparación de las cavidades estandarizadas de 3mm de diámetro y 4 mm de profundidad.



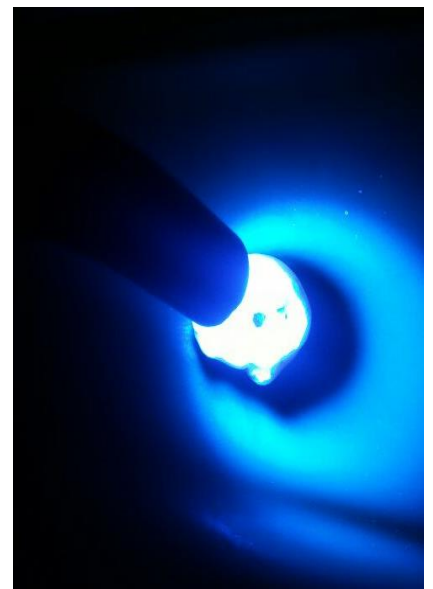
FOTOGRAFIA n°7: Acondicionamiento dental con ácido fosfórico al 37%.



FOTOGRAFIA n°8: Aplicación de la solución de Clorhexidina al 2% (Maquira)



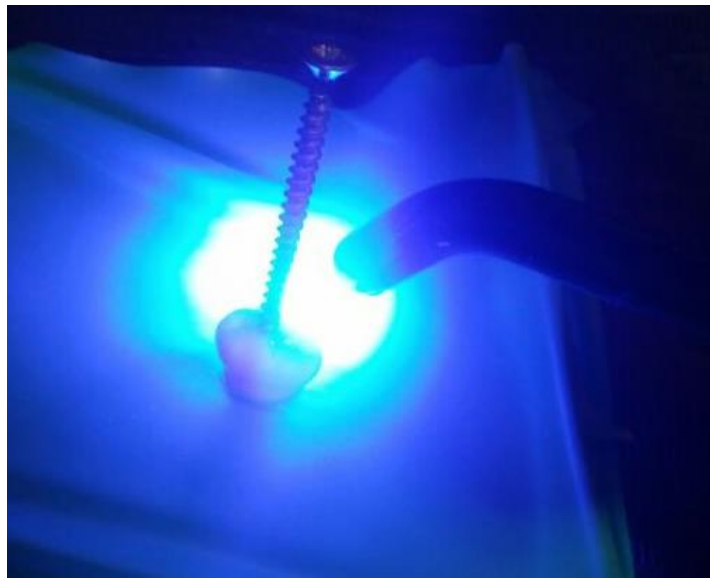
FOTOGRAFIA n°9: Calibración de la intensidad de la lámpara LED Woodpecker a 1000 mw/ cm^2



FOTOGRAFIA n°10: Aplicación del 2 capas de adhesivo Tetric N- Bond



FOTOGRAFIA n°11: Colocación de la resina Bulk fill Tetric N- Ceram color IV A a través de un tornillo



FOTOGRAFIA n° 12: Fotocurado de la resina a través del tornillo



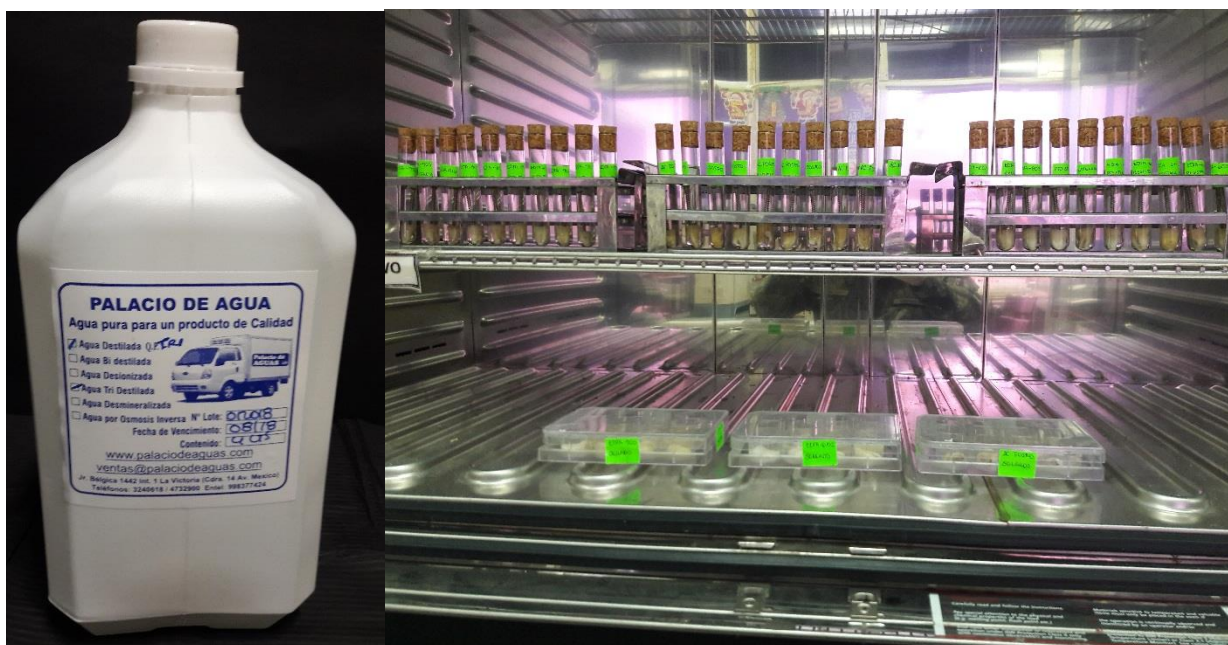
FOTOGRAFÍA n°13: Acondicionamiento dental con EDTA Gel al 18%



FOTOGRAFÍA n° 14: Pulido de restauraciones dentales con discos Soflex



FOTOGRAFIA n°15: Incubadora marcar Memmert



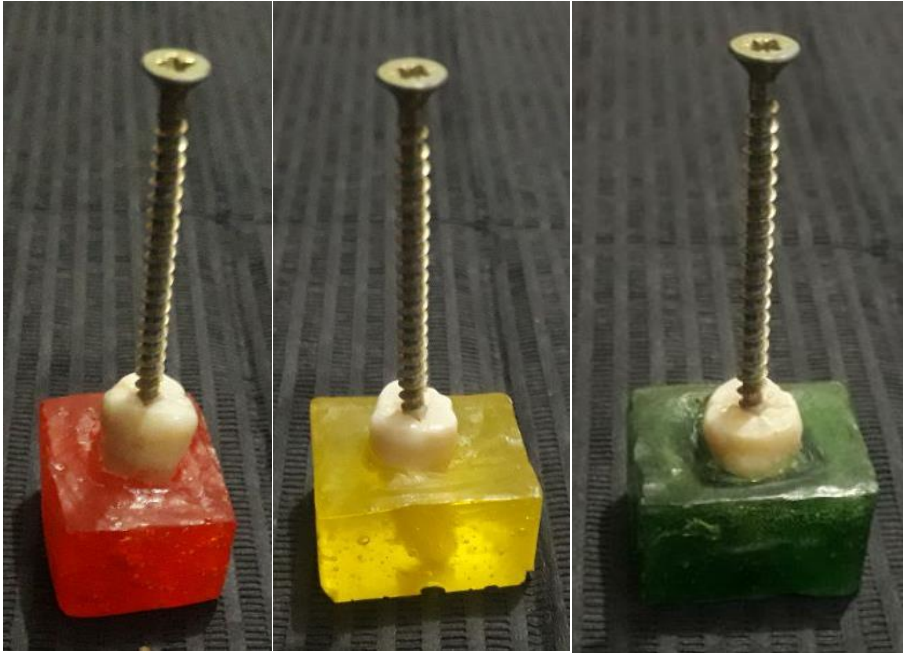
FOTOGRAFIA n°16: Incubación de las muestras en la estufa con agua destilada grado 3.



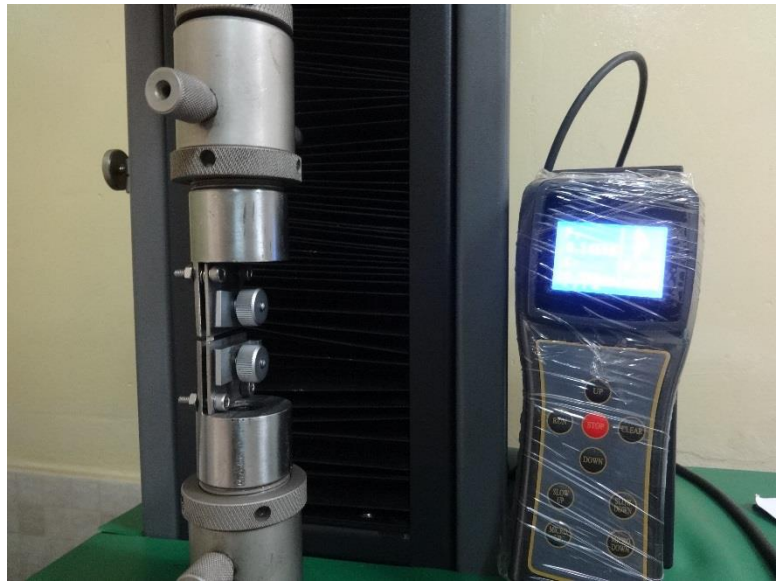
FOTOGRAFÍA n°17: Termómetro digital marca Boeco



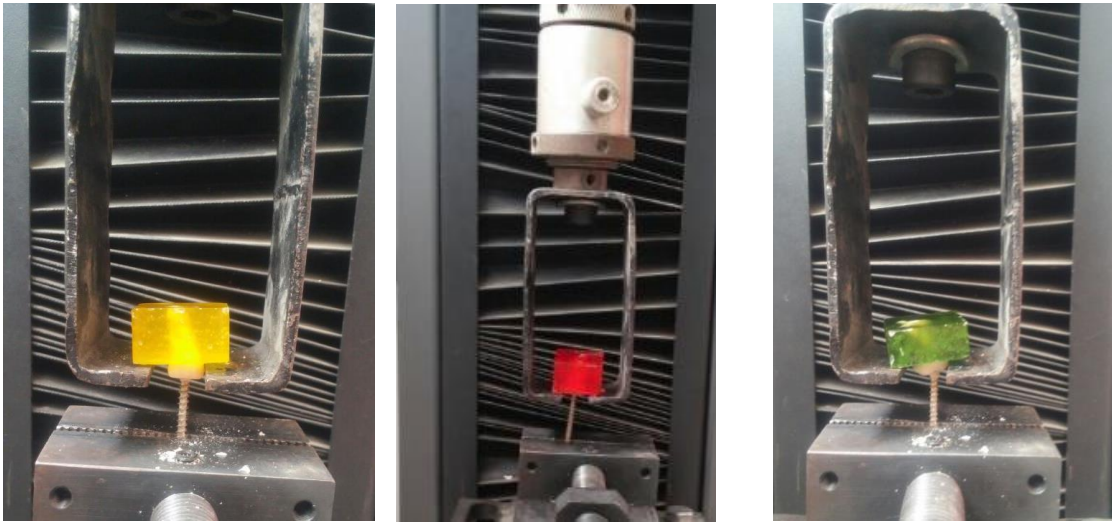
FOTOGRAFIA n°18: Termociclado de las piezas dentales



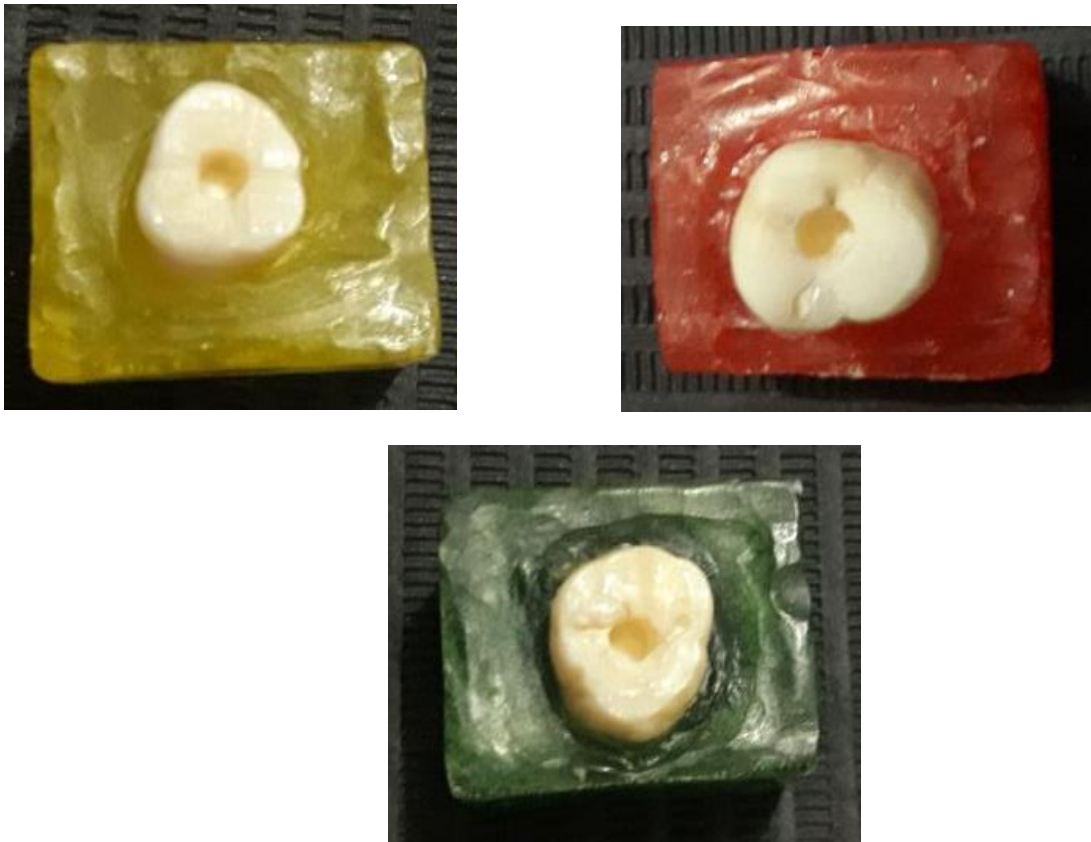
FOTOGRAFÍA n°19: Colocación en las piezas dentales en bases acrílicas de diversos colores para distinguir los grupos.



FOTOGRAFÍA n°20: Máquina de ensayos universales, marca LG



FOTOGRAFIA n°21: Tracción de los especímenes dentales en la máquina de ensayos universales



FOTOGRAFÍA n°22: Especímenes después de realizada la prueba de tracción.



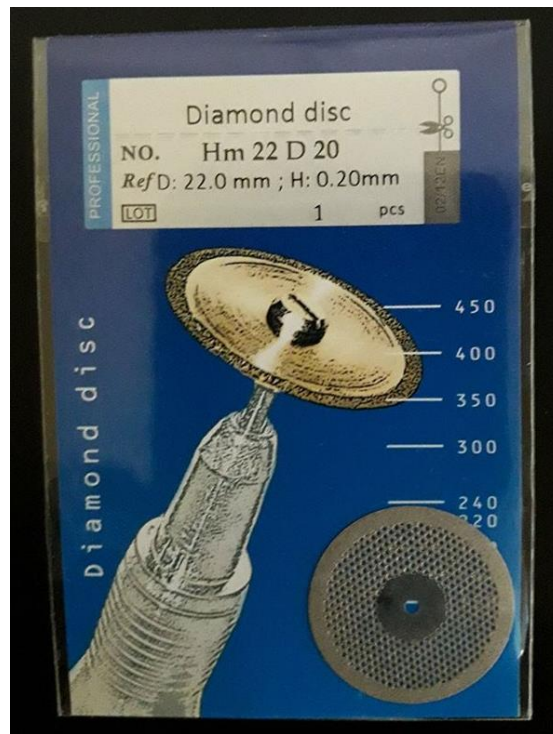
FOTOGRAFÍA n° 23: Aplicación de dos capas de esmalte de uñas



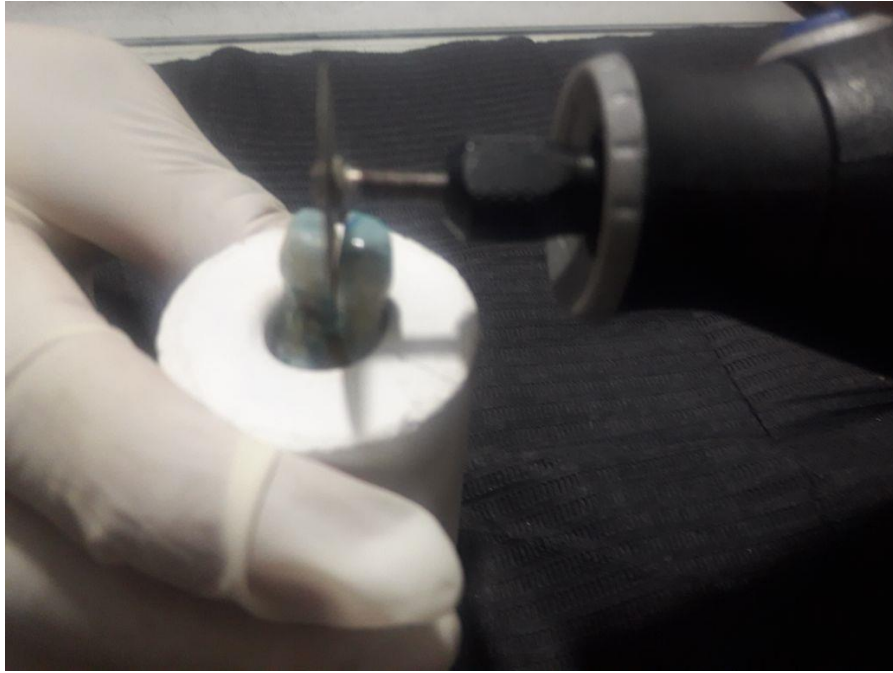
FOTOGRAFÍA n°24: Inmersión de piezas dentales en azul de metileno



FOTOGRAFÍA n° 25: Máquina de corte Dremel 3000



FOTOGRAFIA n°26: Disco de diamante circular calado



FOTOGRAFÍA n° 27: Seccionado de piezas dentales



FOTOGRAFIA n°28: Piezas dentales seccionadas



FOTOGRAFÍA n° 29: Estereoscopio, marca Unico

ANEXO 10

Certificado de seccionado de piezas dental

 HTL HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE	- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES. - LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES.
CONSTANCIA <u>N°002-2018</u>	
EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C , DEJA CONSTANCIA:	
<p>Es grato dirigirme a Ud. Para saludarlo a nombre del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C y al mismo tiempo para comunicarle que la Srta. Fabiola Lorena Llancari Alonzo, D.N.I. 47539738, realizo 30 Cortes en dientes (terceras molares) en sentido mesial a distal, con una herramienta de corte marca Dremel 3000 ; para el desarrollo de su proyecto de tesis "SELLADO MARGINAL Y RESISTENCIA ADHESIVA DE RESINA BULK FILL APLICANDO GEL DE EDTA AL 18% COMPARADO CON EL GEL DE ÁCIDO FOSFORICO AL 37% EN EL ACONDICIONAMIENTO DENTAL IN VITRO - 2017"</p>	
<p>Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.</p>	
<p>Lima, 05 Febrero del 2018</p>	
  ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN Ing. Mecánico Laboratorio HTL Certificate	 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC Av. Canto Grande Paradero 16 Lima- Lima San Juan de Lurigancho av. Naciones Unidas Mz. 35 Lt.18 Telf.: +51(01) 376 0207 - Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm E-mail.: Robet.etmec@gmail.com	

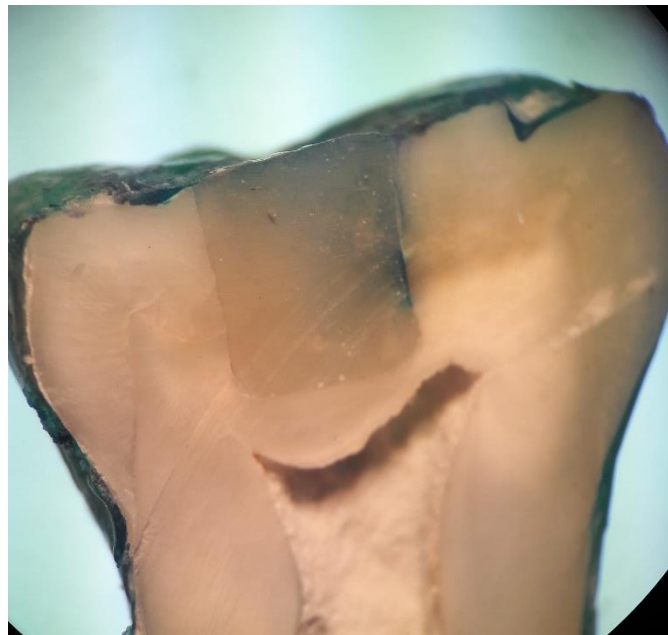
ANEXO 11

Vistas fotográficas bajo el estereoscopio de los especímenes dentales

GRUPO: GEL DE ACIDO FOSFORICO 37%



MICROFILTRACIÓN GRADO 1



MICROFILTRACIÓN GRADO 2

GRUPO: GEL DE EDTA AL 18% EN 60 SEG

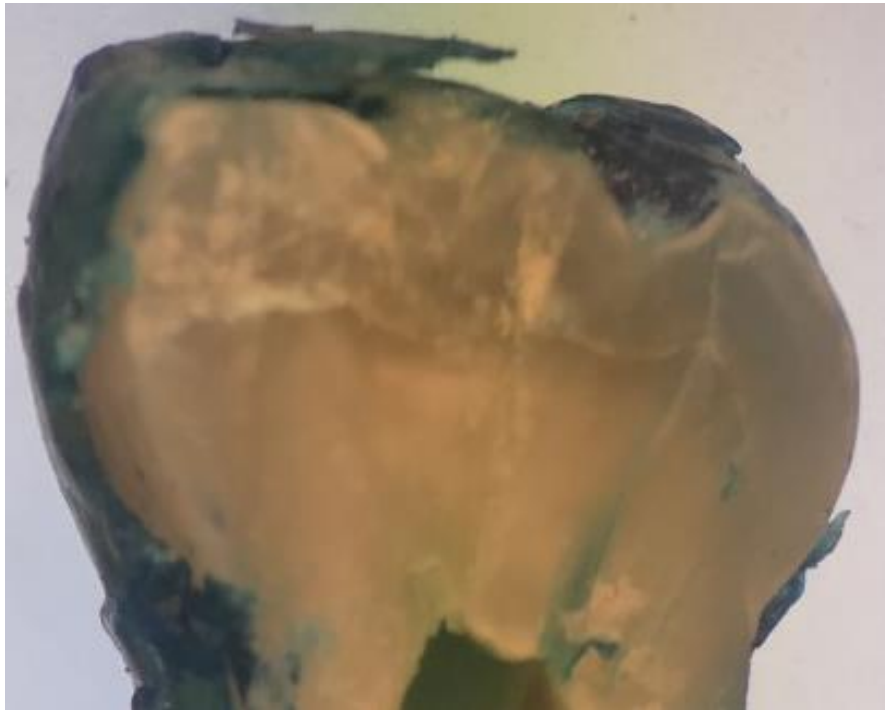


MICROFILTRACIÓN GRADO 1

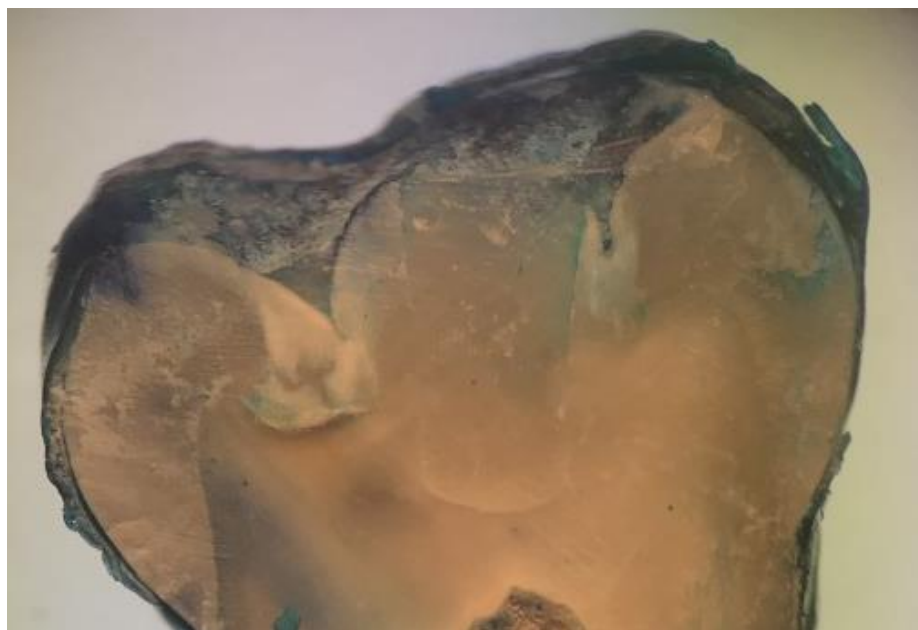


MICROFILTRACIÓN GRADO 2

GRUPO: GEL DE EDTA AL 18% EN 90 SEG



MICROFILTRACIÓN GRADO 0



MICROFILTRACIÓN GRADO 1