



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**MICROFILTRACIÓN EN RESTAURACIONES CLASE II CON RESINAS  
MONOBLOQUE Y CONVENCIONAL**

**Línea de investigación:**

**Biomateriales**

Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista

**Autor:**

Hernández Caba, Karen Katherine

**Asesor:**

Valdez Jurado, Freddy Ronald  
(ORCID: 0000-0002-0663-9759)

**Jurado:**

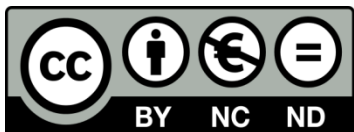
García Rupaya, Carmen Rosa  
Mendoza Murillo, Paul Orestes  
Oliva Chuman, José Gilberto

**Lima - Perú**

**2021**

**Referencia:**

Hernández, K. (2021). *Microfiltración en restauraciones clase ii con resinas monobloque y convencional* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5253>



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

MICROFILTRACIÓN EN RESTAURACIONES CLASE II CON RESINAS  
MONOBLOQUE Y CONVENCIONAL

Línea de investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista

**Autora:**

Hernández Caba, Karen Katherine

**Asesor:**

Valdez Jurado, Freddy Ronald  
(ORCID: 0000-0002-0663-9759)

**Jurado:**

García Rupaya, Carmen Rosa  
Mendoza Murillo, Paul Orestes  
Oliva Chuman, José Gilberto

Lima - Perú

2021

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a Dios por permitirme gozar de buena salud, quien alumbra mi camino y me da la fortaleza necesaria en cada paso de mi vida. A mi madre, que es mi mayor ejemplo de tesón y perseverancia, quien siempre ha estado a mi lado alentándome a conseguir mis metas, quien me apoyó incondicionalmente durante toda mi carrera universitaria. Al Dr. César Cayo Rojas, quien me demostró que confiaba en mí y creyó en la realización de este trabajo de investigación, quien me apoyó durante el proceso experimental y me guio en la elaboración de mi tesis. Al Dr. Freddy Valdez Jurado, mi asesor de tesis, por haberme guiado en el desarrollo y conclusión del presente trabajo de investigación.

## **DEDICATORIA**

Este logro se lo dedico a mi querida madre, Esperanza Caba, que desde siempre ha estado conmigo enseñándome y guiando mis pasos, quien ha sido mi empuje para conseguir mis objetivos propuestos, ella que siempre ha estado a mi lado incondicionalmente es mi más tangible expresión de amor.

A mi querido padre, Víctor Hernández, por la confianza que siempre me ha brindado y sus palabras de aliento para lograr mis objetivos trazados, por su apoyo y enseñarme a que siempre hay que tener paciencia.

A mis queridos hermanos Pamela Hernández y Leonardo Mendo, que son mi compañía e inspiración a seguir creciendo en mi vida profesional y poder llegar a ser un buen ejemplo para ellos.

## Índice

Resumen

Abstract

I.	Introducción.....	1
	1.1 Descripción y formulación del problema.....	2
	1.2 Antecedentes.....	5
	1.3 Objetivos.....	12
	- Objetivo General.....	12
	- Objetivos Específicos.....	12
	1.4 Justificación.....	13
	1.5 Hipótesis.....	14
II.	Marco teórico.....	15
	2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	15
III.	Método.....	29
	3.1 Tipo de investigación.....	29
	3.2 Ámbito temporal y espacial.....	29
	3.3 Variables.....	29
	3.4 Población y muestra.....	30
	3.5 Instrumentos.....	32
	3.6 Procedimientos.....	32
	3.7 Análisis de datos.....	37
	3.8 Consideraciones éticas.....	38

IV.	Resultados.....	39
V.	Discusión de resultados.....	44
VI.	Conclusiones.....	48
VII.	Recomendaciones.....	49
VIII.	Referencias.....	50
IX.	Anexos.....	61
	Anexo A: Solicitud de Monitorización Experimental y Laboratorio.....	61
	Anexo B: Fórmula estadística para comparación de proporciones para datos cualitativos.....	62
	Anexo C: Ficha de recolección de datos.....	63
	Anexo D: Calibración intraexaminador e interexaminador.....	64
	Anexo E: Solicitud y Carta de Donación de Piezas Dentarias.....	67
	Anexo F: Especificación Técnica ISO/TS 11405.....	69
	Anexo G: Perfil Técnico del Ácido Fosfórico al 35% (Ultra-Etch, Ultradent Products; South Jordan, UT, USA).....	73
	Anexo H: Perfil Técnico del Adhesivo 3M™ ESPE™ Adper™ Single Bond2®.....	74
	Anexo I: Perfil Técnico de Unidad de Fotocurado LED BLUEPHASE.....	75
	Anexo J: Perfil Técnico de la Resina 3M Filtek™ Bulk Fill®.....	77
	Anexo K: Perfil Técnico de la Resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill.....	78
	Anexo L: Perfil Técnico de la Resina 3M Filtek™ Z350 XT®.....	79
	Anexo LL: Grados de Microfiltración según la Norma Internacional PD ISO/TS 11405:2015.....	80
	Anexo M: Características de las resinas evaluadas según el fabricante.....	81

Anexo N: Fotografías de la ejecución del procedimiento.....	82
Anexo Ñ: Microfotografías.....	94
Anexo O: Matriz de Consistencia.....	97

## Resumen

La presente investigación evaluó el grado de microfiltración marginal *in vitro* en restauraciones dentarias clase II utilizando dos técnicas de aplicación de resinas compuestas tipo monobloque y convencional. Un total de 30 cavidades clase II en 15 terceros molares fueron asignadas aleatoriamente en 3 grupos según el tipo de resina y subdivididos de acuerdo al nivel oclusal y cervical (n=10). Dos grupos fueron restaurados con resinas monobloque Filtek™ Bulk Fill y Tetric® N-Ceram Bulk Fill mediante un único incremento de 4 mm y el tercer el grupo fue restaurado incrementalmente con la resina Filtek™ Z350XT mediante dos capas de 2 mm de espesor. Las muestras fueron termocicladas por 10 000 ciclos entre 5-55°C y sumergidas en una solución de nitrato de plata 1M por 24 horas, luego seccionadas mesiodistalmente y observadas bajo estereomicroscopio para identificar el grado de microfiltración marginal a nivel oclusal y cervical. Los datos fueron analizados mediante las pruebas estadísticas Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney. Los tres tipos de resina presentaron microfiltración, sin embargo, las resinas monobloque presentaron menor grado de microfiltración a nivel oclusal y cervical en comparación a la resina convencional, aunque esto no fue estadísticamente significativo (p=0.149 y p=0.180, respectivamente). No se hallaron diferencias significativas de microfiltración entre resinas a nivel oclusal y cervical (p>0.05). Se concluye que ambos grupos presentaron grados de microfiltración con mayor frecuencia a nivel cervical. La microfiltración de resinas compuestas es similar entre ambas técnicas de aplicación.

*Palabras clave:* microfiltración, resinas compuestas, nitrato de plata, polimerización.

## Abstract

This study evaluated the degree of marginal microfiltration *in vitro* in class II dental restorations using two techniques of application of bulk fill and conventional composite resins. A total of 30 class II cavities in 15 third molars were randomly assigned into 3 groups according to the type of resin and subdivided according to the occlusal and cervical level (n = 10). Two groups were restored with Filtek™ Bulk Fill and Tetric® N-Ceram Bulk Fill resins by a single 4 mm increment and the third group was incrementally restored with Filtek™ Z350XT XT resin using two 2 mm thick layers. The samples were thermal cycled for 10 000 cycles between 5-55 ° C and immersed in a 1M silver nitrate solution for 24 hours, then sectioned mesiodistally and observed under a stereomicroscope to identify the degree of marginal microfiltration at the occlusal and cervical level. The data were analyzed using the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U statistical tests. All resins evaluated presented marginal microfiltration; however, bulk fill resins presented a lower degree of microfiltration at the occlusal and cervical level compared to the conventional resin, not statistically significant (p=0.149 y p=0.180, respectively). No significant differences were found in microfiltration between occlusal and cervical for each type of resin (p>0.05). It is concluded that the microfiltration of composite resins is similar between both application techniques. In both groups, microfiltration occurred more frequently at the cervical level.

*Keywords:* bulk fill, dental leakage, dental restoration, composite resins, dental marginal adaptation, polymerization.

## I. Introducción

En la actualidad, la odontología restauradora se ha convertido en un área con mucha demanda por los pacientes que requieren diversos tratamientos dentales con fines funcionales y a la misma vez estéticos. En este sentido los profesionales de la salud bucal siempre están buscando las mejores técnicas y biomateriales de restauración como parte de una odontología conservadora para poder satisfacer las necesidades de la población.

Con la evolución de los materiales de restauración dental, el uso de los silicatos y amalgamas ha ido disminuyendo considerablemente por parte del odontólogo, lo que ha ayudado a contribuir con el desarrollo de las resinas compuestas. Actualmente la resina compuesta es el biomaterial de primera elección ya que tiene buenas propiedades mecánicas y a la vez proyecta una buena estética; sin embargo, una de sus desventajas más frecuentes es la microfiltración en la interfase diente-resina como resultado de la contracción de polimerización.

Por lo que en este trabajo de investigación se quiere poner a prueba una nueva generación de resinas colocadas en bloque que tienen menor grado de contracción de polimerización en comparación de las resinas convencionales, además que tienen la ventaja de ser colocadas mediante una técnica más simple lo que permite ahorrar tiempo de trabajo.

El presente trabajo de investigación está distribuido en nueve capítulos; el primero es la introducción, en el que se plasma la descripción y formulación del problema, antecedentes, objetivos, justificación e hipótesis; el segundo es el marco teórico, en el que se habla de las bases teóricas sobre el tema de investigación; el tercero es el método, en el que se describe el tipo de investigación, ámbito temporal y espacial, variables, población y muestra, instrumentos,

procedimientos, análisis de datos y consideraciones éticas; el cuarto consta de los resultados, donde se hace un análisis descriptivo e inferencial siendo presentados mediante gráficos y tablas; el quinto abarca la discusión de resultados, donde se contrasta los resultados obtenidos en esta investigación con los de otros autores; el sexto expone las conclusiones; en el séptimo se dan las recomendaciones; en el octavo, las referencias y por último en el noveno capítulo se encuentran los anexos.

## **1.1 Descripción y formulación del problema**

Las resinas compuestas son los biomateriales de restauración dental más usados en la práctica clínica debido a sus buenas propiedades físico-químicas, ópticas y estéticas. Estas han evolucionado en su composición y propiedades, así como sus técnicas de aplicación en restauraciones dentarias (Christensen, 2010; Heintze et al., 2012; Ilie et al., 2011; Liew et al., 2011).

A pesar de ello, la contracción por polimerización sigue siendo un desafío y motivo principal del reemplazo de las restauraciones dentales. Esta contracción genera estrés en la interfase diente-restauración afectando la unión de la resina a las paredes de la cavidad produciéndose microbrechas. Como consecuencia de esta adaptación incompleta se puede producir el paso de bacterias y fluidos a través de esta interfase (Brunthaler et al., 2003; El-Mowafy et al., 2007; Sarret, 2005).

Este fallo en la interfase diente-restauración, denominada microfiltración marginal (MA) influye negativamente en la longevidad de la restauración dental debido a que puede producir caries recurrente, hipersensibilidad, pigmentaciones, lesiones pulpares, etc. La contracción por

polimerización y consecuente microfiltración continúan siendo las principales causas de fracaso de las restauraciones dentales directas (Going, 1972; Mali et al., 2006; Schneider et al., 2010).

Una nueva generación de resinas, conocida como resina monobloque, fue introducida en un intento por simplificar la técnica incremental y disminuir su tiempo de aplicación en las preparaciones dentarias. Estas resinas mejoradas hacen posible la fotopolimerización de una capa de resina de hasta 5 mm de profundidad sin prolongar el tiempo de exposición a la luz ni afectar la adaptación marginal del material restaurador (AlQahtani et al., 2015; Burgess et al., 2010; Furness et al., 2014; Yap et al., 2016).

Además, ofrecen menor contracción por polimerización, buena fuerza de unión y alta efectividad clínica convirtiéndose en una buena alternativa a usar. Estas propiedades están basadas en dos nuevos monómeros de metacrilato incluidos en las resinas Bulk Fill: AUDMA (dimetacrilato de poliuretano aromático) y AFM (monómero de adición-fragmentación); que ayudan a reducir el estrés de contracción a la vez que mantienen sus propiedades físico-mecánicas. Sus propiedades ópticas de translucidez permiten una profundidad de polimerización de hasta 5mm (Corral et al., 2015; Ilie et al., 2013; Van Dijken et al., 2014).

Por otro lado, en la mayoría de resinas monobloque no ha habido cambios respecto al sistema de iniciación de polimerización con excepción de la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill que contiene un nuevo iniciador, el ivocerin de mayor reactividad en comparación a la canforquinona que aumenta la profundidad de fotopolimerización hasta 4 mm y proporciona un adecuado tiempo de trabajo clínico. Además, posee pre-polímeros y partículas de relleno que permiten mitigar el estrés de contracción durante la polimerización (Moszner et al., 2008).

Ciertos estudios han evaluado la microfiltración y contracción de polimerización utilizando diferentes resinas y técnicas de restauración reportando hallazgos disímiles. Algunos autores reportaron que las resinas monobloque tienen menor estrés de contracción que las resinas convencionales mientras que otros autores han concluido que no existen diferencias estadísticamente significativas. Con respecto a la microfiltración marginal, las resinas monobloque difieren de las resinas convencionales colocadas incrementalmente, sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente significativas teniendo un comportamiento similar. Se suma a esta controversia, la no uniformidad en el procedimiento de experimentación de los estudios, lo que podría influenciar en los resultados obtenidos (Al-Harbi et al., 2016; El-Damanhoury et al., 2014; Eltoum et al., 2019; Fronza et al., 2015; García et al., 2019; Kim et al., 2015; Raskin et al., 2001; Tiba et al., 2013).

Considerando los escasos estudios de microfiltración en resinas monobloque con nitrato de plata como agente tincionante bajo estereomicroscopio, se realizó el presente estudio debido a que posee mejor penetración de los iones de plata comparados con la fucsina y el azul de metileno en la interface entre la restauración y el diente (Rengo et al., 2015).

También se hizo una comparación de la microfiltración marginal a nivel oclusal y cervical, ya que es difícil para los clínicos obtener una interfase bien adaptada en restauraciones clase II especialmente en el margen gingival, el cual tiene mayor riesgo de microfiltración debido a su difícil localización (Furness et al., 2014).

De esta manera, se intentó comprobar si al utilizar las resinas monobloque mediante la aplicación con su técnica monoincremental que simplifica la técnica convencional y permite ahorrar tiempo de trabajo, era posible conservar su integridad marginal. Por lo que el propósito de

estudio fue evaluar el grado de microfiltración marginal en restauraciones dentales de cavidades clase II con resinas monobloque comparado con una resina convencional utilizando nitrato de plata para la medición de la penetración del colorante.

Radhika et al. (2010) refiere que la integridad marginal es considerada como el principal factor para poder asegurar la longevidad de las restauraciones dentales en el tiempo y en base a lo anteriormente sustentado, fue relevante la realización del presente trabajo de investigación ya que de esta manera se pudo evaluar la adaptación marginal y brindar información para la elección del mejor material. Por lo que se buscó responder a la siguiente pregunta:

¿Cuál es el grado de microfiltración marginal *in vitro*, en restauraciones clase II de piezas dentarias humanas, con resinas compuestas fotocurables monobloque en comparación a una resina convencional utilizando nitrato de plata?

## **1.2 Antecedentes**

Jinez et al. (2020) en Ecuador, realizaron una investigación *in vitro* cuyo objetivo fue evaluar mediante estereomicroscopio si las resinas monobloque nanohíbridas tienen menor microfiltración marginal en cavidades clase II que las resinas convencionales nanohíbridas. Se realizaron cavidades clase II en 30 premolares sanos extraídos por razones ortodónticas, las cuales fueron restauradas aleatoriamente distribuidas en dos grupos (n=15). El primer grupo fue restaurado con resina nanohíbrida Tetric EvoCeram (Ivoclar) con incrementos de 2 mm y el segundo grupo con resina nanohíbrida Bulk Fill (Ivoclar) con un incremento de 4 mm. Las muestras fueron sometidas a un proceso de termociclado por 5000 ciclos y luego sumergidos en azul de metileno por 24 horas. Luego se hicieron cortes sagitales para poder determinar la profundidad de microfiltración marginal bajo estereomicroscopio. Los datos fueron analizados con

la prueba U de Mann-Whitney. En los resultados se obtuvo que las restauraciones con resina monobloque presentaron menor microfiltración, sin embargo, no fue estadísticamente significativa ( $p=0.181$ ). Se concluyó que ambos grupos presentaron diversos grados de microfiltración, pero no hubo diferencias significativas entre las resinas monobloque y convencionales.

Eltoum et al. (2019) en Egipto, realizaron un estudio *in vitro*, el cual tuvo por objetivo evaluar la microfiltración marginal de la resina nanohíbrida monoincremental y compararla con la resina nanohíbrida convencional en molares temporales. Se usaron cuarenta y cuatro molares temporales extraídos recientemente, en los cuales se prepararon cavidades proximales estandarizadas, siendo distribuidos aleatoriamente en dos grupos: grupo I ( $n=22$ ) con resina monoincremental y grupo II ( $n=22$ ) con resina convencional. Las muestras fueron termocicladas y sumergidas en azul de metileno al 2% por 24 horas. La microfiltración fue evaluada en base a la penetración del colorante según una escala de 4 grados (0 a 3) bajo estereomicroscopio. Los datos fueron analizados estadísticamente usando la prueba de Mann-Whitney y la prueba de rangos de Wilcoxon. En los resultados no se encontró diferencias estadísticamente significativas en los grados de microfiltración del grupo I al comparar el margen oclusal y cervical ( $p=1.000$ ), de la misma forma que no se encontraron diferencias significativas en el grupo II ( $p=0.366$ ). Al comparar el grado de microfiltración entre el grupo I y II no se encontró diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.240$ ); sin embargo, la resina monoincremental mostró menor grado de microfiltración que la resina convencional colocada incrementalmente. Concluyeron que la integridad marginal de las restauraciones con resina monoincremental fue comparable a las restauradas incrementalmente con resina convencional en cavidades proximales de molares temporales.

García et al. (2019) en España, compararon la microfiltración marginal *in vitro* de cavidades clase II restauradas con resina monobloque (Filtek™ Bulk Fill) y resina convencional (Filtek™ Supreme XTE). Se prepararon dos cavidades clase II en mesial y distal de cuarenta molares humanos extraídos, donde el margen cervical se ubicó por encima de la unión cemento-esmalte (grupos 1 y 2) en veinte dientes y por debajo (grupos 3 y 4) en los veinte dientes restantes. Las cavidades oclusomesiales fueron restauradas con resina monobloque mediante la técnica monoincremental (grupos 1 y 3) mientras que las cavidades oclusodistales fueron restauradas con resina convencional mediante la técnica incremental (grupos 2 y 4). Los dientes fueron sometidos a termociclaje durante 500 ciclos entre una temperatura de 5 a 55°C, luego fueron sumergidos en fucsina básica y observados con microscopio. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante la prueba de Mann-Whitney y la prueba de Wilcoxon. En los resultados se obtuvo que la microfiltración fue menor en los márgenes localizados en esmalte en comparación a los que se localizaron en dentina ( $p < 0.01$ ) y no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos 1 y 2 ( $p = 0.86$ ) y grupos 3 y 4 ( $p = 0.26$ ). Se concluyó que las resinas monobloque presentan similar microfiltración que las resinas convencionales.

Gómez (2019) en Ecuador, realizó un estudio *in vitro* con el objetivo de comparar la microfiltración de resinas de nanotecnología y monobloque. Se utilizó 40 molares y premolares sanos recientemente extraídos por razones terapéuticas, en los que se hicieron cavidades clase I estandarizadas de 4 mm de profundidad y 5 mm de amplitud, las cuales fueron restauradas con resina de nanotecnología Forma (Ultradent) y resina monobloque Bulk Fill Opus Bulk Fill APS (FGM). Las muestras fueron termocicladas y tincionadas con azul de metileno, luego fueron seccionadas en dos mitades para poder ser observadas en microscopio óptico y determinar el grado de microfiltración. Como resultado se obtuvo que la resina monobloque tuvo menor nivel de

microfiltración que las de nanotecnología con un promedio de 2.74 mm, pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Se concluyó que ambas resinas tenían microfiltración; pero no hubo diferencias entre la resina monobloque y de nanotecnología.

Behery et al. (2018) en Canadá y Egipto, realizaron un estudio *in vitro* cuyo objetivo fue comparar la microfiltración gingival de cavidades clase II restauradas con resinas compuestas monobloque con las restauradas con resina compuesta convencional de manera incremental durante dos periodos de almacenamiento. Se utilizaron 40 molares recientemente extraídos, se prepararon dos cavidades clase II estandarizadas. Las preparaciones dentarias fueron divididas en tres grupos de resina monobloque (Tetric EvoCeram® Bulk Fill, X-tra Fil® y QuiXX®) y un grupo control (TPH Spectra® HV). Cada grupo fue subdividido en dos grupos iguales, uno que fue almacenado por 24 horas y otro por 6 meses en agua destilada. Las cavidades de los grupos experimentales fueron restauradas con resinas monobloque mediante un único incremento de 4 mm, mientras que las del grupo control fueron restauradas con dos incrementos de 2 mm de espesor. Luego, las muestras fueron sumergidas en colorante rojo proci6n al 2%, seccionadas y observadas con microscopio estereoscopio para visualizar el grado de penetraci6n del colorante. Para el an6lisis de datos se utiliz6 la prueba estadística de Kruskal-Wallis y la prueba U de Mann-Whitney. Los resultados mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas en la microfiltraci6n entre todos los grupos despu6s de 24 horas y 6 meses de almacenamiento ( $p = 0.945$  y  $p = 0.928$ , respectivamente). Se concluy6 que no existen diferencias significativas entre la microfiltraci6n en restauraciones de cavidades clase II con resina monobloque en comparaci6n con las restauraciones con una resina convencional incremental. La mayor microfiltraci6n obtenida para las muestras almacenadas durante 6 meses no fue significativa en comparaci6n de las almacenadas por 24 horas.

Mosharraffian et al. (2017) en Irán, realizaron una investigación cuyo objetivo fue evaluar y comparar la microfiltración entre dos resinas de relleno masivo y una resina convencional en restauraciones clase II de dientes deciduos posteriores. Fue un estudio experimental *in vitro* en el cual se utilizaron 60 segundos molares mandibulares deciduos, los cuales se distribuyeron aleatoriamente en tres grupos. Se prepararon cavidades estandarizadas clase II en todas las piezas dentarias y fueron restauradas con resina compuesta 3M bulk fill en el grupo 1, resina compuesta SonicFill bulk fill en el grupo 2 y resina compuesta convencional Z250 en el grupo 3. Para el proceso de adhesión en todas las cavidades se utilizó Single Bond 2. Luego, los dientes fueron sometidos a termociclaje y se sumergieron en una solución de nitrato de plata. Los dientes fueron seccionados mesiodistalmente y se observaron en estereoscopio con un aumento de 10x. Los datos de la penetración del colorante fueron registrados en micrómetros y analizados mediante el test de ANOVA. En los resultados se obtuvo que la profundidad de penetración promedio del colorante en los márgenes gingivales fue de  $543\pm 523\mu\text{m}$ ,  $343\pm 290\mu\text{m}$  y  $597\pm 590\mu\text{m}$  para 3M bulk fill, SonicFill y Z250 respectivamente; y de  $214\pm 93\mu\text{m}$ ,  $302\pm 127\mu\text{m}$  y  $199\pm 145\mu\text{m}$  en los márgenes oclusales, respectivamente. No se encontró diferencia significativa en la microfiltración gingival y oclusal entre los tres grupos ( $p>0,05$ ), sin embargo, existe mayor microfiltración en los márgenes gingivales que en los márgenes oclusales en los tres grupos ( $p<0,05$ ). Concluyeron que no existen diferencias significativas en la microfiltración entre las resinas de relleno masivo y las convencionales.

Miletic et al. (2016) en Serbia, realizaron un estudio *in vitro* que tuvo como objetivo comparar la integridad marginal de resinas monobloque y convencionales a través de la filtración de colorante a lo largo de la interfase restauración-dentina. Se confeccionaron 5 cavidades clase II por grupo y fueron restauradas con resinas monobloque (Filtek Bulk Fill Posterior, 3M ESPE;

Tetric EvoCeram Bulk Fill, Ivoclar Vivadent) y resinas convencionales (Tetric EvoCeram, Vivoclar Vivadent; Filtek Z250; 3M ESPE). Se midió la microfiltración del nitrato de plata a lo largo de la pared axial y gingival de dentina bajo estereomicroscopio y estos datos fueron analizados mediante el test de ANOVA. Los resultados revelaron una mayor microfiltración a lo largo de la pared gingival en comparación de la pared axial ( $p < 0.05$ ) en todos los tipos de resina y no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de resina evaluados con excepción de la resina Filtek Z250 que presentó mayor microfiltración significativa en comparación con la resina Tetric EvoCeram. Concluyeron que la integridad marginal de las resinas compuestas se ve mayormente comprometida a lo largo de la pared gingival que la axial.

Kianvash Rad et al. (2016) en Irán, llevaron a cabo un estudio *in vitro* que tuvo por objetivo comparar la microfiltración de dos resinas monobloque y una resina convencional en dos momentos diferentes. Se realizaron cavidades clase II en 60 premolares y se dividieron en seis grupos de veinte muestras: los grupos 1 y 4 fueron restaurados incrementalmente con la resina Grandio, los grupos 2 y 5 con X-tra fill bulk-fill mediante un solo incremento, los grupos 3 y 6 con Tetric-N-Ceram bulk fill a través de un solo incremento también. Las muestras fueron sometidas a 5 000 termociclos entre 25 – 55°C y luego los grupos 1, 2 y 3 fueron incubados en agua destilada por 24 horas, por otro lado, los grupos 4, 5 y 6 estuvieron incubados por 3 meses. Después, las muestras fueron sumergidas en azul de metileno al 1% y cortadas sagitalmente para evaluar su microfiltración en base a una puntuación en grados al ser observados bajo microscopio. Los datos fueron analizados usando las pruebas estadísticas U de Mann Whitney y Kruskal-wallis. En los resultados no se halló diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de resina correspondientes a microfiltración ( $p > 0.05$ ), la microfiltración en los grupos 4,5 y 6 fue mayor que en los grupos 1, 2 y 3 ( $p = 0.02$ ). Concluyeron que la microfiltración de las restauraciones con resina

monobloque son comparables a la de las resinas convencionales, tanto a las 24 horas como a los 3 meses después de la restauración.

Rengo et al. (2015) en Italia, realizaron una investigación *in vitro*, cuyo objetivo fue evaluar la microfiltración marginal de resinas de relleno en bloque en comparación de resinas convencionales incrementales. Se prepararon cavidades clase II en 36 molares humanos sanos, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en 6 grupos según el tipo de resina con los que fueron restaurados. Las cavidades fueron restauradas con tres resinas convencionales mediante la técnica incremental, G-aenial Flo, G-aenial Universal Flo, Kalore (GC) y tres resinas de relleno en bloque, G-aenial Flo bulk fill, G-aenial Universal Flo bulk fill, Kalore bulk fill (GC). La microfiltración de estos materiales fue evaluada según la penetración del nitrato de plata a través de la interfase mediante microtomografía computarizada y microscopía digital. Para la comparación de la microfiltración entre grupos se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis y se determinó el coeficiente de Kappa para medir la concordancia entre las observaciones con microfotografía computarizada y microscopía digital, teniéndose un nivel de significancia de 0.05. Los resultados determinaron que no existen diferencias estadísticamente significativas de microfiltración entre los grupos de resina a nivel del margen oclusal y cervical, tanto para las imágenes con microtomografía computarizada y microscopía digital ( $p > 0.05$ ). Los índices de Kappa calculados indicaron que existe una muy buena concordancia entre las observaciones bajo microtomografía computarizada y microscopía digital en el margen oclusal ( $k=0.915$ ) y cervical ( $k=0.810$ ). Concluyeron que la microfiltración marginal de las resinas de relleno en bloque fue similar a la de las resinas convencionales incrementales.

Swapna et al. (2015) en la India, realizaron un estudio *in vitro* que tuvo como objetivo evaluar y comparar la microfiltración de la pared oclusal y cervical en cavidades clase II que fueron

restauradas con resina compuesta monobloque SonicFill Bulk Fill y dos resinas compuestas convencionales monobloque. Se utilizaron treinta dientes recientemente extraídos, los cuales fueron distribuidos en tres grupos de diez dientes cada uno. Se prepararon cavidades clase II estandarizadas en mesial y distal de todas las piezas dentarias y fueron restauradas con una resina compuesta monobloque SonicFill Bulk Fill y dos resinas compuestas convencionales monobloque, Tetric Evo Ceram y X-tra fil. Todas las muestras fueron almacenadas, sometidas a termociclaje y sumergidas en colorante rodamina al 0,6 %, luego se evaluó la microfiltración en la pared oclusal y cervical de las muestras al ser observadas en microscopio confocal. El análisis de datos se realizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis, prueba de rango de Wilcoxon y prueba de U de Mann-Whitney. En los resultados se obtuvo que la resina SonicFill Bulk Fill muestra menor microfiltración marginal significativa en la pared oclusal y gingival que los otros dos grupos. Se concluyó que la resina compuesta SonicFill Bulk Fill tiene menor microfiltración marginal que las dos resinas compuestas convencionales.

### **1.3 Objetivos**

#### **- *Objetivo General***

Evaluar el grado de microfiltración marginal *in vitro* en restauraciones clase II de piezas dentarias humanas, con dos resinas compuestas fotocurables monobloque en comparación a una resina convencional utilizando nitrato de plata.

#### **- *Objetivos Específicos***

- Determinar el grado de microfiltración marginal a nivel oclusal y cervical en restauraciones clase II de piezas dentarias humanas de las resinas compuestas fotocurables monobloque y convencional, observadas al estereomicroscopio.

- Comparar el grado de microfiltración marginal a nivel oclusal en restauraciones clase II de piezas dentarias humanas entre las resinas compuestas fotocurables monobloque y convencional, observadas al estereomicroscopio.
- Comparar el grado de microfiltración marginal a nivel cervical en restauraciones clase II de piezas dentarias humanas entre las resinas compuestas fotocurables monobloque y convencional, observadas al estereomicroscopio.
- Comparar el grado de microfiltración marginal entre oclusal y cervical en restauraciones clase II de piezas dentarias humanas de las resinas compuestas fotocurables monobloque y convencional, observadas al estereomicroscopio.

#### **1.4 Justificación**

A nivel teórico-científico, los hallazgos permitieron aumentar la evidencia científica y corroborar los resultados obtenidos por otras investigaciones acerca de la microfiltración de esta nueva generación de resinas. Permitieron identificar diferencias de microfiltración utilizando dos sistemas de restauración con resinas compuestas, con lo que se explicaría la adaptación marginal de la interfase diente-resina. A nivel clínico-práctico, en base a los resultados y la evidencia existente se propondrá el uso de esta técnica monobloque como parte del protocolo de restauración dental ya que teniendo una microfiltración similar a la de las restauraciones realizadas con la técnica convencional, también permiten disminuir el tiempo de trabajo clínico y una fácil aplicación. De este modo el clínico podrá decidir la técnica más adecuada.

La viabilidad de este estudio fue posible ya que el desarrollo del experimento se realizó en un laboratorio implementado con recursos tecnológicos para la preparación de las muestras y equipado con sistemas de estereomicroscopía para las lecturas de microfiltración. Además, el

procedimiento fue monitoreado por un especialista en cariología y endodoncia con experiencia en lecturas de muestras bajo microscopía. Dentro de las limitaciones de este estudio no se realizó una lectura más precisa con microscopía electrónica de barrido, sin embargo, se utilizó estereomicroscopio para identificar la microfiltración utilizando nitrato de plata que posee una mayor penetración a través de la interfaz diente-resina permitiendo realizar las mediciones precisas en base al índice de microfiltración de la norma ISO 11405:2015. Las muestras no fueron sometidas a cargas mecánicas para simular las fuerzas masticatorias, fueron sometidas a termociclaje por 10 000 ciclos simulando el envejecimiento en la cavidad oral. La preparación de las cavidades se realizó de forma manual, estandarizadas con sonda milimetrada y calibrador, sin perjudicar el desarrollo de la presente investigación.

## **1.5 Hipótesis**

Es probable que las restauraciones dentarias de clase II con resinas monobloque presenten menor grado de microfiltración marginal respecto a las restauraciones con resina compuesta fotocurable convencional.

## **II. Marco Teórico**

### **2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación**

El avance tecnológico e innovación relacionado con las resinas compuestas a partir del año 1960 ha permitido mejorar las propiedades mecánicas de estos materiales en comparación a los silicatos y resinas acrílicas, dando como resultado un menor coeficiente de expansión térmica, mayor resistencia al desgaste permitiendo obtener de esta manera resultados alentadores en la labor clínica. El posterior desarrollo de agentes para la adhesión de las resinas a la estructura dentaria ha permitido mejores resultados en las restauraciones estéticas. Actualmente las resinas compuestas son consideradas una alternativa económica y estética en comparación con otros materiales de restauración (Garg et al., 2015; Sakaguchi et al., 2019).

#### **Las resinas compuestas**

Las resinas compuestas se definen como una combinación de por lo menos dos materiales diferentes que tienen como resultado propiedades intermedias o superiores a la de sus componentes individuales. Actualmente, son consideradas como materiales restauradores estéticos accesiblemente económicos en comparación con otros materiales de restauración. Son usadas para poder sustituir el tejido dentario perdido, modificar el color y la forma del diente, con la finalidad de obtener una mejor estética (Garg et al., 2015; Sakaguchi et al., 2019).

#### ***Composición de las resinas***

Las resinas compuestas son combinaciones muy complejas que contienen varias sustancias. Son principalmente metacrilatos o acrilatos que son modificados por la inclusión de otros elementos para obtener mejores estructuras y propiedades. Durante la polimerización, el metacrilato sufre una contracción y para contrarrestar este efecto desfavorable se han introducido

partículas inorgánicas de relleno que tienen un índice de refracción parecido. Las resinas compuestas contienen: la matriz o fase orgánica, partículas inorgánicas de relleno o fase dispersa, el silano o agente de acople, el sistema activador-iniciador, los inhibidores y agentes colorantes (Garg et al., 2015; Schmalz et al., 2009).

La matriz o fase orgánica de las resinas está formada por monómeros que son diacrilatos aromáticos dentro de los cuales los más frecuentes que constituyen esta matriz son el Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (BIS-GMA) y el dimetacrilato de uretano (UDMA). Es la fase que endurece durante la polimerización y por lo tanto es la responsable de la contracción volumétrica. La matriz tiene otros elementos como comonómeros que son el etilenglicol dimetacrilato (EGDMA), dietilenglicol dimetacrilato (DEGDMA), trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA) y diversos aditivos como fotoiniciadores, co-iniciadores, inhibidores, absorbentes ultravioleta, fotoestabilizadores, y pigmentos. La introducción del TEGMA tiene como función disminuir la viscosidad de la matriz permitiendo así una mayor concentración de partículas de relleno (Lanata, 2008; Schmalz et al., 2009).

Las partículas de relleno inorgánico se obtienen mediante procesos industriales como la trituración de bloques de vidrio o cuarzo, la calcinación a temperaturas altas de compuestos de silicio o precipitación de sílice obteniéndose partículas de diferentes tamaños con la finalidad de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las resinas como, por ejemplo, disminuir el grado de contracción de polimerización, reducir el coeficiente de expansión térmica, mejorar la resistencia al desgaste, aumentar el módulo elástico, modificar los resultados del pulido, así como mejorar las propiedades ópticas. Todo esto provee a las resinas de mejores cualidades para un resultado clínico satisfactorio en las restauraciones dentales. Este tipo de rellenos no tiene

radiopacidad, es decir no son capaces de absorber los rayos x, por lo que es necesario incluir elementos como bario (Ba), estroncio (Sr) y otros componentes de metales pesados (Lanata, 2008).

Los tamaños de las partículas que constituyen las resinas compuestas modernas oscilan entre 0.04  $\mu\text{m}$  (partículas de microrrelleno) y 0.6-3.0  $\mu\text{m}$  (partículas de macrorelleno). Recientemente, se han incluido partículas de nanorelleno a las resinas compuestas, las cuales tienen un tamaño que varía de 100 nm a 5 nm (0.005  $\mu\text{m}$ ). Algunas resinas además poseen partículas de relleno fluoradas con la finalidad de liberar cierta cantidad de fluoruro (Schmalz et al., 2009).

Para que las partículas de relleno hidrófilas puedan unirse a la matriz hidrófoba necesitan ser silanizadas. El desgaste de las resinas compuestas varía de acuerdo al tamaño y carga de las partículas de relleno y al espacio que existe entre ellas. Las resinas que contienen partículas de relleno más pequeñas reflejan un menor desgaste debido a que tienen un menor número de espacios vacíos y existe menor distancia entre las partículas. Otras ventajas importantes que proveen estas partículas son la reducción de sorción acuosa, aumenta la resistencia a la tracción y a la compresión, aumenta la resistencia a la fractura, aumenta el módulo de flexión, mejora la manipulación de la resina y aumenta la translucidez (Garg et al., 2015).

Los agentes de acople se utilizan cubriendo las partículas de relleno inorgánico como agente de unión químico facilitando la cohesión a la matriz orgánica y evitando así, que se separen por procesos de ciclaje mecánico y térmico durante la restauración. Los agentes más usados son los órgano-silano que son moléculas bipolares y actúan reaccionando con la fase orgánica e inorgánica. El enlace de los agentes de acople a las partículas de relleno se produce a través del grupo Si-OH y la unión con los monómeros de la matriz se realiza mediante grupos vinilo o

metacrilato insaturados. El tipo de silano que se utiliza varía según las partículas de relleno de la resina (Hirata, 2017; Schmalz et al., 2009).

En el sistema activador-iniciador, el curado de las resinas se desencadena por activación con luz o por una reacción química, siendo la fotopolimerizable más común. Para cualquier forma de polimerización de las resinas compuestas es necesario la liberación de radicales libres, esto ocurre cuando existe la aplicación de un estímulo externo. En el caso de las resinas fotocurables, el iniciador es activado por la luz visible. La activación se logra con luz azul de una longitud de onda máxima de 465 nm para lo cual se necesita que se incorporen fotoiniciadores que absorben la luz como por ejemplo la canforquinona, que se encuentran en cantidades 0.1 a 1%. La reacción es acelerada por la presencia de una amina orgánica. La amina y la canforquinona se mantienen estables a temperatura ambiente y cuando la resina no es expuesta a la luz. La canforquinona es uno de los fotoiniciadores más usados, sin embargo, se pueden usar otros iniciadores según condiciones especiales de curado. Ésta posee un leve tono amarillento que se aclara después de su proceso de fotopolimerización; sin embargo, los odontólogos encuentran que es difícil la elección de los tonos de resina con el cambio de color (Sakaguchi et al., 2019).

Los compuestos basados en resinas blanqueadoras pueden contener el iniciador lucerina que se activa con una absorción de luz de una longitud máxima de 380 nm en lugar de la canforquinona amarillenta. Las resinas más recientes contienen catalizadores estables al ácido en lugar de derivados de aminas. Además, el profesional debe ser cuidadoso evitando exponer la resina a la luz durante mucho tiempo, ya que se puede producir una fotopolimerización prematura y de esta manera se puede reducir considerablemente el tiempo de trabajo clínico (Kuijs et al., 2003; Schmalz et al., 2009).

Los inhibidores son agentes que neutralizan la polimerización de los monómeros de las resinas compuestas inhibiendo los radicales libres producidos. Por ejemplo, hidroxiltolueno butilado al 0.01% (Garg et al., 2015).

Los agentes colorantes se usan en cantidades muy bajas para proporcionar diferentes tonalidades a las resinas. La mayor parte de los óxidos metálicos como el óxido de titanio y los óxidos de aluminio se incorporan para mejorar la opacidad de las resinas (Garg et al., 2015).

### ***Clasificación de las resinas***

En los últimos años se ha visto una gran transformación de la porción inorgánica de las resinas y con el avance de la tecnología se ha podido producir partículas de relleno inorgánico de diferentes tamaños lo que ha llevado generar diversos tipos de resinas. Este desarrollo ha permitido mejorar propiedades específicas de estos materiales de restauración reflejando un mejor desempeño clínico y durabilidad (Hirata, 2017).

**Resinas compuestas de macropartículas.** El tamaño promedio de las partículas de relleno es de 8-12  $\mu\text{m}$  y su contenido de relleno es aproximadamente del 60 al 65% en peso. Presentan una textura superficial rugosa debido al tamaño relativamente grande y dureza del material inorgánico. Su ventaja es que tienen un mejor rendimiento físico-mecánico que las resinas acrílicas sin relleno. Son susceptibles al desgaste, tienen pobre pulido y son propensas a mancharse (Garg et al., 2015).

**Resinas compuestas de micropartículas.** Están compuestas por partículas de relleno que varían entre 0.04 a 0.4 micrómetros y representan del 30 al 40% en peso. Debido a que poseen un menor tamaño son capaces de proyectar una superficie lisa y uniforme después de que se realiza el pulido, evitando la deposición de placa bacteria y aparición de manchas. Sin embargo, al tener

una menor cantidad de partículas inorgánicas, las propiedades físicas de estas resinas se ven disminuidas. Estos compuestos son altamente pulibles y proyectan una buena estética por lo que son indicados para restauraciones estéticas del sector anterior. Sin embargo, presentan varias desventajas como, por ejemplo, baja resistencia a la fractura, susceptibilidad a rupturas marginales, baja resistencia al desgaste, menor módulo de elasticidad y resistencia a la tracción, mayor absorción de agua, alto coeficiente de expansión térmica y poca estabilidad del color (Garg et al., 2015).

**Resinas compuestas híbridas o blend.** Están formadas por partículas de vidrio de diferente composición y tamaño, siendo inferiores a 0.2 micrómetros y por partículas de sílice pirógena de 0.04 micrómetros. La concentración de carga inorgánica que poseen es de 75 a 80% de su peso, lo que les permite obtener propiedades físicas semejantes a la de las resinas convencionales y a la misma vez proyectar una textura superficial lisa (Garg et al., 2015).

Tiene como ventajas: disponible en diferentes colores, diversos grados de opacidad, translucidez y fluorescencia, buena textura superficial y de pulido, resistente al desgaste, menor grado de contracción de polimerización y menor sorción acuosa. Sin embargo, no es recomendable usarlo para restauraciones en sectores donde son sometidos a grandes cargas oclusales. Estas resinas si bien proyectan una buena textura superficial, no son altamente pulibles. Dentro de estos compuestos se tienen dos generaciones de resinas híbridas: las de nanorelleno y nanohíbridas y las microhíbridas (Garg et al., 2015).

***Resinas compuestas de nanorelleno y nanohíbridas.*** Estas resinas están constituidas por partículas de relleno de un tamaño menor al de las resinas de microrelleno. Las diminutas partículas que poseen y la disposición organizada de éstas en la matriz hacen que se obtengan propiedades

físicas similares a las resinas híbridas originales. Las resinas de nanorelleno tienen partículas con un tamaño menor a 10 nm que se pueden disponer individualmente o formando grupos denominados nanoclusters que son nanoagregados de aproximadamente 75 nm. Tienen varias ventajas como, por ejemplo, buen acabado de pulido, propiedades mecánicas óptimas, buena translucidez y estética, mantienen un color estable, resistentes a mancharse, de fácil manipulación, alta resistencia al desgaste, por lo que son una buena alternativa para restauraciones en el sector anterior y posterior (Bayne, 2000; Garg et al., 2015).

***Resinas compuestas microhíbridas.*** Estas resinas tienen partículas inorgánicas de menor tamaño que las resinas híbridas, varían de 0.4 a 0.8 micrómetros, las cuales representan el 56 al 66% de su volumen. Debido a la incorporación de un gran contenido de relleno y a la misma vez son partículas de menor tamaño, da como resultado mejores propiedades físicas, mayor resistencia al desgaste, mejor acabado de pulido, mejor textura superficial y fácil manipulación (Garg et al., 2015).

### ***Contracción de polimerización***

La contracción de polimerización se produce como resultado de la aproximación entre sí de los monómeros de las resinas durante la fotopolimerización. Es una propiedad compleja que poseen las resinas compuestas, se da como resultado de las fuerzas internas que se generan durante la polimerización de las resinas, las cuales generan tensiones cuando estos compuestos están adheridos a la estructura dental. Los monómeros que constituyen las resinas se encuentran separados por una distancia de 4 nm y cuando se da la polimerización, éstos se aproximan a través de enlaces covalentes y quedan separados por una distancia de 1.5 nm, resultando en una nueva reorganización espacial de los monómeros llamada contracción volumétrica. La contracción

volumétrica genera tensiones de hasta 13 MPa entre la resina y la superficie del diente, cuando estas tensiones superan la resistencia a la tracción de las resinas pueden dar como resultado la formación de brechas o fracturas a través de las cuales se pueden filtrar la saliva y microorganismos, y como consecuencia se pueden originar caries recurrentes o manchas marginales. Los valores de contracción de polimerización de las resinas compuestas van desde 0.6 a 3 % (Braga et al., 2004; Muraro et al., 2016; Sakaguchi et al., 2019).

Generalmente la contracción de polimerización no es un gran problema cuando se van a restaurar cavidades pequeñas y a la misma vez se tenga en cuenta un adecuado procedimiento de grabado ácido y adhesión, pero sí hay que considerar las fuerzas de tensión que se generan cuando se incorporan grandes bloques de resina al restaurar cavidades amplias ya que se pueden producir brechas. Para minimizar el estrés producido por la contracción durante la polimerización de las resinas se suele utilizar la técnica incremental colocando capas de hasta 2 mm y fotopolimerizarlas independientemente (Barrancos et al., 2007; Sakaguchi et al., 2019).

Cuando se produce la contracción de polimerización, se produce estrés entre la restauración y la pared de cavidad dentaria, lo que puede dañar la adaptación de la restauración produciendo brechas que permiten la microfiltración de bacterias (Domínguez et al., 2015; Uehara et al., 2013).

### ***Microfiltración***

La microfiltración es el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas e iones a través de la interfase entre el diente y el material de restauración. La microfiltración que se produce entre el diente y la resina es uno de los motivos principales del fracaso de las restauraciones dentales y su presencia se encuentra influenciada por diversos factores como las

propiedades físicas de los materiales de restauración, el coeficiente de expansión térmica, el estrés y la contracción de polimerización (De Munck et al., 2005; Falconí-Borja et al., 2016).

La fotopolimerización de las resinas compuestas generan estrés debido a la contracción que sufren durante este proceso, lo cual puede afectar la adaptación marginal de la restauración posibilitando la microfiltración (Davidson et al., 1997; Garcia-Godoy et al., 2010; Roggendorf et al., 2011).

La microfiltración puede ocurrir a causa de la contracción de polimerización de las resinas, mala adhesión, estrés térmico y cargas mecánicas. Como consecuencia puede resultar en filtración bacteriana, caries recurrente, infección pulpar y descoloramiento dental (Garg et al., 2015).

### ***Profundidad de curado***

La intensidad de la luz se reduce cuando la fuente de luz se ubica a una distancia mayor del material y también cuando penetra en la resina compuesta ya que tiene partículas de relleno que dispersan la luz. Cuando la luz penetra un material, su profundidad depende de su longitud de onda, su irradiación y del material en el cual se dispersa la luz. Es importante que las resinas compuestas tengan la concentración adecuada de fotoiniciador para que pueda reaccionar con el haz de luz a una determinada longitud de onda y se pueda dar el proceso de polimerización necesario. Además, las partículas de relleno inorgánico son otro factor importante para la dispersión de la luz, por lo cual las resinas de nanorelleno que tienen mayor concentración de partículas y son más finas necesitan mayor tiempo de exposición a la luz que las resinas microhíbridas, ya que dispersan más la luz. Otro factor es el tono y opacidad de la resina, que da como resultado una mayor dispersión de luz cuando se utilizan resinas más opacas para enmascarar el color del diente a restaurar y como consecuencia poseen una menor profundidad de curado. Es

importante que la intensidad de luz sea la adecuada para lograr un buen curado de las resinas, por eso se recomienda que la punta de la fuente de luz se encuentre a 1 mm de la superficie que se quiere fotopolimerizar. El tiempo promedio de curado para las lámparas de curado convencionales es de 20 segundos pudiendo fotocurar espesores de 2 a 2.5 mm, sin embargo, con una exposición de 40 segundos se puede asegurar el curado en resinas con tonos más opacos (Sakaguchi et al., 2019).

### ***Técnicas de restauración***

**Técnica incremental.** Esta técnica se basa en la construcción gradual de la restauración por aposición de capas de resina de hasta 2 mm de grosor, las cuales son fotopolimerizadas consecutivamente tras su colocación en la cavidad. De esta forma se mejora la polimerización de cada capa de resina y se compensa la contracción de polimerización disminuyendo el estrés generado en el sistema diente-restauración, gracias a que el volumen de resina es menor que el tamaño de la cavidad a restaurar. Sin embargo, presenta ciertas desventajas como la formación de vacíos entre las capas de resina, requiere mayor tiempo de trabajo clínico y por necesitar de varios pasos complejos puede inducir a cometer errores en el proceso ocasionando la retención de burbujas de aire y contaminación entre capas (Corral et al., 2015; Dietschi et al., 2002; Domínguez et al., 2015).

**Técnica monobloque.** Esta técnica se basa en la polimerización de resina monobloque en incrementos de 4 a 5 mm evitando la técnica estratificada y colocando la resina en un solo bloque. Se realiza con la finalidad de reducir el estrés en los márgenes cavosuperficiales y es usualmente recomendada para resinas empacables (García et al., 2019; Garg et al., 2015).

### ***Resinas monobloque o Bulk Fill***

Son resinas que se aplican en un solo incremento, se pueden dividir en resinas fluidas y moldeables. La matriz de la mayoría de estas resinas está compuesta por monómeros de bisfenol glicidil metacrilato (Bis-GMA), dimetacrilato de uretano (UDMA), trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA), EBPDMA, pero en algunos casos se añaden otros monómeros o se ha modificado el Bis-GMA por otros de menor viscosidad (Mahn, 2013; Veranes et al., 2006).

Estas resinas generan bajo estrés de contracción de polimerización debido al uso de tecnologías de matriz-relleno modificadas que minimizan la contracción volumétrica y modifican el comportamiento viscoelástico de las resinas monobloque, teniendo como ventaja su fácil técnica de aplicación en un solo bloque y el menor grado de contracción de polimerización. Esto hace que estas resinas sean indicadas en la restauración de cavidades amplias en una sola aplicación sin tener que fotopolimerizar varias capas (Calixto et al., 2015; Kim et al., 2015; Muraro et al., 2016).

La resina bulk fill muestra un cambio drástico respecto a las técnicas de restauración convencionales, ya que su aplicación se hace en un solo bloque a diferencia de la necesidad de usar varios incrementos para una restauración con otro tipo de resina. Esto permite una aplicación más rápida y disminuir el tiempo de trabajo clínico, por lo que se puede utilizar en pacientes no cooperadores en la práctica clínica (Ilie et al., 2013; Uehara et al., 2013).

La mayor profundidad de polimerización de estos materiales es posible debido a los cambios en su composición química que reducen el estrés generado y a su mayor translucidez que permite una mayor transmisión de luz, dando como resultado presentaciones con pocas tonalidades. Se recomienda su uso en el sector posterior, aunque también pueden ser usados como

frente estético siempre y cuando coincida con el color del diente a restaurar (Al Sunbulh et al., 2016; Bucuta et al., 2014; García et al., 2014; Sakaguchi et al., 2019).

**Filtek™ Bulk Fill.** Es una resina compuesta de nanorelleno que ha sido mejorada para facilitar la técnica de restauración en un menor tiempo para piezas dentarias del sector posterior. Se puede colocar en un solo bloque proporcionando una buena resistencia y desgaste reducido. Su presentación en tonos semitraslúcidos y su bajo estrés de contracción contribuyen a una mayor profundidad de fotopolimerización de hasta 5 mm. También puede ser usada para restauraciones del sector anterior cuando se requiere de tonos semitraslúcidos ya que es altamente pulible (3M ESPE Filtek Bulk Fill, 2015).

Esta resina contiene DDDMA 1, 12-dodecanediol-dimetacrilato, dimetacrilato de uretano (UDMA) y dos nuevos monómeros de metacrilato que al combinarse actúan disminuyendo el estrés de contracción de polimerización. Dentro de ellos está un metacrilato aromático de elevado peso molecular (AUDMA), que reduce el número de grupos que reaccionan durante la polimerización de la resina ayudando a mitigar la contracción volumétrica. El otro metacrilato es un monómero por adición-fragmentación (AFM) que reacciona con otros para formar polímeros. Los AFM presentan un tercer sitio reactivo que se disocia a través de un mecanismo de fragmentación lo que causa la relajación de la cadena en desarrollo y como consecuencia la disminución de estrés (3M ESPE Filtek Bulk Fill, 2015).

Contiene el mismo sistema de partículas de relleno que Filtek™ Z350, además se ha optimizado añadiendo otros rellenos como un aglomerado de partículas de trifluoruro de iterbio (YbF) con el fin de mejorar la radiopacidad. Presenta una combinación de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nm, zirconia aglomerada/no agregada de 4 a 11 nm y un agregado de relleno en

cluster de zirconia/silica (constituido por partículas de sílice de 20 nm y partículas de zirconia de 4 a 11 nm), teniendo aproximadamente 76.5% por peso (58.4% por volumen) de relleno inorgánico (3M ESPE Filtek Bulk Fill, 2015).

**Tetric® N-Ceram Bulk Fill.** Es una resina compuesta nanohíbrida recomendada para restauraciones directas en el sector posterior. Su matriz orgánica está compuesta por los mismos dimetacrilatos que Tetric N-Ceram: Bis-GMA, Bis-EMA y UDMA. El contenido de partículas de relleno es el 60% del volumen con un tamaño entre 40 nm y 3000 nm. Esta resina incorpora diferentes tipos de relleno (vidrio de silicato de aluminio y bario, un “isofiller”, fluoruro de iterbio y óxido mixto esférico), además tiene un contenido de partículas de relleno promedio de 61% por volumen y un 17% de rellenos de polímeros o “isofillers”. También posee un patentado relleno modulador de estrés de contracción que mitiga dicho estrés durante la polimerización (Mahn, 2013).

Presenta un nuevo iniciador llamado ivocerin (derivado del dibenzoil de germanio) que ha sido incorporado al sistema iniciador estándar (Lucerina y canforquinona), que acelera la polimerización y a la misma vez esta combinación de iniciadores permite tener mayor translucidez del 15% similar a la del esmalte. Esta resina tiene una absorción máxima del espectro de luz azul entre 370 nm y 460 nm. Cuando es sometida a la luz de una lámpara potente su tiempo de curado es de 10 segundos. El ivocerin tiene un alto coeficiente de absorción de luz y además es más reactivo que la canforquinona y lucerina, permitiendo que la resina fotopolimerice más rápidamente y con una mayor profundidad de curado, actuando como un acelerador de la polimerización (Mahn, 2013).

Se puede colocar en un solo incremento de hasta 4 mm sin afectar el proceso de polimerización y propiedades mecánicas de la resina, pudiendo ser fotopolimerizadas con lámparas de curado LED convencionales o las que tengan una intensidad de luz mayor a 1000 Mw/cm<sup>2</sup> en solo 10 segundos. Además, posee filtros de sensibilidad a la luz que previenen la polimerización prematura y permiten un tiempo de trabajo de más de tres minutos sin perjudicar la polimerización cuando se expone a una lámpara de curado LED (Mahn, 2013).

### III. Método

#### 3.1 Tipo de investigación

- Experimental *in vitro*, por manipulación de la variable independiente.
- Prospectivo, donde el investigador recolecta los datos como resultado del experimento.
- Transversal, debido a que se hace la medición de la variable una sola vez.
- Comparativo, porque se incluyen dos o más grupos de estudio (Villasís et al., 2016).

#### 3.2 Ámbito temporal y espacial

Realizado entre los meses de diciembre del 2019 y mayo del 2020. La parte experimental fue ejecutada en el Laboratorio de Histología del área de ciencias básicas aplicadas de la facultad de Estomatología de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega (Anexo A).

#### 3.3 Variables

Variable principal:

Microfiltración marginal

##### 3.3.1 Definición de la variable

**Microfiltración marginal.** Es la variable dependiente, cualitativa de escala ordinal. Se define como el movimiento clínicamente indetectable de fluidos bacterianos, moléculas y iones a través de microbrechas entre la pared de la cavidad y el material de restauración lo cual puede convertirse en una fuente de sensibilidad postoperatoria, inflamación pulpar y caries recurrente (Gogna et al., 2011; Radhika et al., 2010; Rosas et al., 2016; Vicente et al., 2009).

**Tabla 1***Operacionalización de la variable de trabajo*

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>	<b>Valores y medidas*</b>
Microfiltración marginal	Es el desplazamiento o clínicamente imperceptible de fluidos bacterianos, moléculas y iones a través de microbrechas, lo que puede convertirse en causa de inflamación pulpar, sensibilidad postoperatoria, y caries recurrente (Rosas et al., 2016).	Es la penetración de los iones de plata a través de la interfase diente-resina.	Nivel de penetración del nitrato de plata.	De Acuerdo al grado de microfiltración (Lectura con estereomicroscopio).	Ordinal  (Variable cualitativa)	0 = no existe penetración  1 = existe penetración a nivel de esmalte  2 = existe penetración a nivel de dentina, sin incluir el piso pulpar de la cavidad  3 = existe penetración, incluyendo el piso pulpar de la cavidad

\*Referencia tomada de la especificación técnica PD ISO/TS 11405:2015

### **3.4 Población y muestra**

#### ***3.4.1 Muestra***

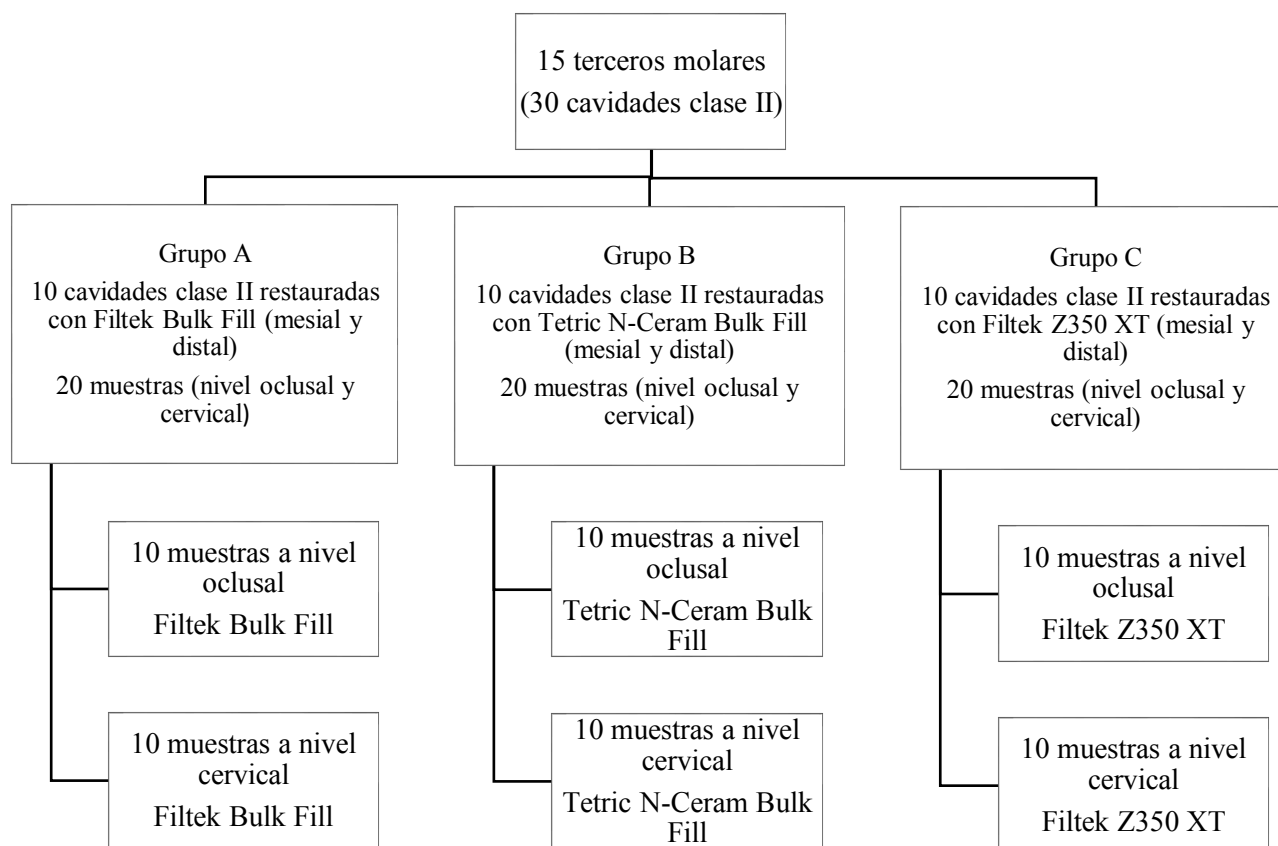
Se realizó un estudio piloto con 6 muestras (cavidades clase II) por grupo y al obtener los resultados primarios de microfiltración se aplicó la fórmula estadística para comparación de proporciones para datos cualitativos, dando como resultado un tamaño de muestra igual a 7 (Anexo B). En base a los resultados del estudio piloto y según las especificaciones de la Organización

Internacional de Estandarización de acuerdo a la norma PD ISO/TS 11405:2015 se determinó realizar la investigación con una muestra de 10 por grupo.

Se seleccionaron 15 terceros molares en los cuales se realizaron dos cavidades clase II de Black (en mesial y distal), teniendo un total de 30 cavidades dentarias que fueron distribuidas mediante asignación aleatoria entre los tres tipos de resina, cada grupo de resina fue subdividido de acuerdo al nivel oclusal y cervical, teniendo 6 grupos de 10 muestras:

### Figura 1

*Distribución de las muestras de estudio en seis grupos experimentales*



#### 3.4.2 Criterios de selección

##### 3.4.2.1 Criterios de inclusión

- Terceros molares sanos, sin caries (cavitación) a nivel coronal.
- Terceros molares extraídos por indicación ortodóntica o protésica.
- Terceros molares frescos y en buen estado de hidratación.
- Terceros molares con superficie coronaria intacta.

#### ***3.4.2.2 Criterios de exclusión***

- Terceros molares con restauraciones dentales.
- Terceros molares con alteraciones patológicas de forma.
- Terceros molares con fracturas, erosiones, abrasiones.

### **3.5 Instrumentos**

Para la recolección de datos del grado de microfiltración marginal se utilizó la observación indirecta con estereomicroscopio marca Leica® EZ4 según la norma internacional PD ISO/TS 11405:2015 y luego fueron registrados en una ficha de recolección de datos (Anexo C).

### **3.6 Procedimientos**

Para verificar la confiabilidad de medición de las lecturas al estereomicroscopio se realizó calibración previa y fue evaluada por análisis de confiabilidad intraexaminador mediante el Índice de Kappa determinándose una muy buena concordancia (0.89) entre las dos mediciones realizadas por el investigador. También se realizó la prueba interexaminador, en donde se determinó una buena concordancia (0.78) entre las mediciones realizadas por el especialista y las realizadas por el bachiller en odontología, investigador del presente estudio (Anexo D).

#### ***3.6.1 Recolección de la muestra***

Se recolectaron 15 terceros molares humanos sanos extraídos por razones ortodónticas o protésicas donados por la Clínica Odontológica Docente del Adulto de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, que fueron conservados adecuadamente por un tiempo no mayor a 6 meses después de su avulsión (Anexo E).

### ***3.6.2 Preparación de las piezas dentarias***

Inmediatamente después de la extracción de las piezas dentarias, estas fueron lavadas con agua corriente, procediéndose a eliminar la sangre y tejidos adheridos circundantes manualmente mediante un raspador Jacquette (Hu-Friedy<sup>®</sup>, USA), para luego utilizar micromotor y contra ángulo (NSK Pana-Max<sup>®</sup>, Japón) con escobilla profiláctica de nylon. Luego se procedió a almacenarlas en una solución de cloramina-T trihidrato al 1% para desinfectarlas por una semana y a partir de entonces en un refrigerador a 4°C en agua destilada según la norma internacional ISO 11405:2015 para minimizar el deterioro de las muestras (Anexo F). El medio de almacenamiento fue cambiado cada 7 días.

Se acondicionaron las piezas dentarias en agua destilada a  $(23 \pm 2)$  °C durante 24 horas antes de realizar las preparaciones dentarias según la norma internacional PD ISO/TS 11405:2015. Todas las preparaciones dentarias y el procedimiento de restauración fueron llevados a cabo por un mismo operador en un laboratorio a  $(23 \pm 2)$  °C.

### ***3.6.3 Preparación de las cavidades:***

Se prepararon dos cavidades clase II de Black (en mesial y distal) en cada pieza dentaria, estandarizadas de la siguiente manera: 4 mm de ancho bucolingual, 2 mm de ancho mesiodistal y 2 mm de profundidad para la caja oclusal; y 4 mm de ancho bucolingual, 2 mm de ancho mesiodistal y 2 mm de profundidad para la caja proximal, teniendo una profundidad total de 4 mm,

con un ángulo cavo-superficial de 90 ° mediante una pieza de mano de alta velocidad (NSK Pana-Max<sup>®</sup>, Japón) a aproximadamente 4000 rpm con refrigeración por liberación de agua, utilizando primero una fresa redonda pequeña y luego se usó una fresa diamantada cilíndrica #1092 (Microdont, Brasil), la cual fue cambiada cada 5 preparaciones dentarias. Todas las dimensiones fueron calibradas con una sonda milimetrada (North Caroline<sup>®</sup>, Hu-Friedy, USA) y los márgenes cavosuperficiales fueron confinados a esmalte, ya que el enfoque actual de la odontología sostiene que debe realizarse un abordaje mínimamente invasivo con el fin de preservar el tejido dentario y la eliminación de caries (Baghalian et al., 2013).

Las piezas dentarias fueron distribuidas aleatoriamente en tres grupos de 5 dientes (10 cavidades clase II Black) cada uno y clasificados en diferentes recipientes según el tipo de resina que se utilizó: “A” para las cavidades clase II restauradas con resina compuesta fotocurable 3M Filtek<sup>™</sup> Bulk Fill<sup>®</sup>, “B” para las restauradas con resina compuesta fotocurable Tetric<sup>®</sup> N-Ceram Bulk Fill y “C” para las restauradas con resina compuesta fotocurable 3M Filtek<sup>™</sup> Z350 XT<sup>®</sup>.

#### ***3.6.4 Acondicionamiento y restauración de las cavidades:***

El procedimiento de la técnica restauradora estuvo basado de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Los tres grupos fueron sometidos a grabado ácido con gel ácido fosfórico al 35 % (Ultra-Etch<sup>®</sup>, Ultradent, Liechtenstein) por 20 segundos en esmalte y 15 segundos en dentina, para luego proceder a enjuagar en profundidad por 15 segundos con agua y secar parcialmente con trocitos de gasa hasta que la dentina quede húmeda (Anexo G). Luego se colocaron 2 capas de adhesivo de quinta generación (3M ESPE<sup>™</sup> Adper<sup>™</sup> Single Bond 2<sup>®</sup>, USA) con microbrush por 15 segundos sobre las superficies dentales previamente grabadas (Anexo H), se adelgazó el adhesivo aplicando un suave chorro de aire por 5 segundos para evaporar los solventes y se

fotopolimerizó con la lámpara LED (Bluephase<sup>®</sup>, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) a una intensidad de luz de 1200 mW/cm<sup>2</sup> por 10 segundos (Anexo I). Se ajustó una matriz metálica circunferencial (Automatrix<sup>®</sup> MT, Dentsply, Milford, DE, USA) alrededor de cada cavidad para la adecuada conformación de las paredes de la restauración.

Las cavidades del grupo “A” fueron restauradas con resina compuesta fotocurable 3M Filtek<sup>™</sup> Bulk Fill<sup>®</sup> (Anexo J) y las del grupo “B” con resina compuesta fotocurable Tetric<sup>®</sup> N-Ceram Bulk Fill (Anexo K) mediante una sola aplicación de relleno en bloque de 4 mm (técnica monoincremental), fotopolimerizadas desde oclusal por 10 segundos y luego se retiró la matriz metálica para fotopolimerizar desde bucal y lingual por 10 segundos adicionales con la lámpara LED (Bluephase<sup>®</sup>, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) a una intensidad de luz de 1200 mW/cm<sup>2</sup>. Las cavidades del grupo “C” fueron restauradas con resina compuesta fotocurable 3M Filtek<sup>™</sup> Z350 XT<sup>®</sup> (Anexo L) mediante aplicaciones de dos capas de 2 mm (técnica incremental) que fueron fotopolimerizadas consecutivamente por 10 segundos entre cada aplicación de resina con la misma lámpara LED que las del grupo “A y B” a una intensidad de 1200 mW/cm<sup>2</sup>. En el momento de la fotopolimerización, la lámpara LED se mantuvo a una distancia menor a 2 mm de la superficie de la resina y se controló la intensidad de luz con el medidor Bluephase<sup>®</sup> Meter II (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein).

Inmediatamente después de terminar el procedimiento de restauración de las piezas dentarias, éstas fueron almacenadas en agua destilada a  $(37 \pm 2)$  °C en una estufa durante 24 horas según la norma PD ISO/TS 11405:2015, para luego realizar el procedimiento de acabado con discos Sof-lex<sup>™</sup> de contorneado y pulido (3M ESPE<sup>®</sup>, USA).

### ***3.6.5 Proceso de termociclado:***

Gale y Darvell (1999) afirman que 10 000 termociclos equivalen a un año de envejecimiento clínicamente, por lo que este proceso comprendió 10 000 ciclos térmicos en agua entre 5°C y 55°C, ya que, la exposición a cada baño fue de 30 segundos y el tiempo de transferencia entre baños fue de 10 segundos según la norma internacional PD ISO/TS 11405:2015 (Anexo F). Para este proceso se hizo uso de una olla con agua y hielo a una temperatura de  $(5 \pm 2) ^\circ\text{C}$  y otra olla de acero con agua en una estufa controlando con un termómetro digital la temperatura de  $(55 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

Se cubrieron las superficies dentarias con dos capas de esmalte de uñas a 1 mm alrededor del margen de la restauración y los ápices dentarios fueron sellados con acrílico de autocurado (Vitacryl, Perú), para evitar la penetración del colorante desde apical excepto en la interface diente-restauración.

Luego se procedió a sumergir las muestras en una solución de nitrato de plata 1M por 24 horas sin exponerlas a la luz, para lo cual se utilizaron tres envases de vidrio cristal topacio envueltos con papel aluminio codificados de acuerdo a los grupos de resina, donde se sumergieron las muestras en la solución de nitrato de plata. Después de 24 horas las muestras fueron lavadas por 5 minutos y trasladadas a una solución fotoreveladora bajo luz fluorescente por 8 horas para reducir los iones de plata diamina a granos de plata metálica para luego ser enjuagadas con agua destilada (Sauro et al., 2012; Tay et al., 2002).

Para este procedimiento se hizo uso de tres envases de plástico transparentes codificados de acuerdo al grupo de resina donde las muestras fueron sumergidas en la solución fotoreveladora y expuestas a luz fluorescente bajo una lámpara.

### ***3.6.6 Seccionado y observación:***

Los especímenes fueron cortados en forma longitudinal (en sentido mesiodistal) mediante dos cortes equidistantes de la línea media de la cavidad según la norma internacional PD ISO/TS 11405:2015 con discos de corte de diamante biactivos de 0.20 mm de espesor y un motor de baja velocidad (micromotor Strong 210 Saeshin<sup>®</sup>, Korea) y abundante irrigación.

La superficie de cada corte con mayor profundidad de penetración del colorante fue seleccionada para realizar la medición de microfiltración. Las superficies cortadas fueron pulidas con discos Sof-lex<sup>™</sup> de contorneado y pulido (3M ESPE<sup>®</sup>, USA) bajo agua corriente por 2 minutos y luego fueron secadas para proceder con la observación en estereoscopio (Leica<sup>®</sup> EZ4, Alemania) con un aumento de 16x para registrar el grado de microfiltración marginal obtenido en cada pieza dentaria.

Las lecturas de las muestras al estereomicroscopio fueron realizadas por la investigadora con supervisión de un experto en Histología y especialista en Cariología y Endodoncia. Para la medición de la penetración del nitrato de plata a lo largo de las paredes de la cavidad se usó el sistema de puntuación dado por la norma internacional PD ISO/TS 11405:2015 (Anexo LL).

### **3.7 Análisis de datos**

Se elaboró una base de datos en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2016 para luego ser exportada y analizada mediante el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS versión 25). Los resultados obtenidos fueron presentados en tablas de contingencia y gráficos de barras.

El grado de microfiltración marginal, de naturaleza cualitativa ordinal, se resumió a través de frecuencias absolutas y porcentajes, e intervalos de confianza de proporciones, los cuales fueron representados para su mejor visualización en tablas de doble entrada y gráficos de barras.

Para la prueba de hipótesis de diferencia del grado de microfiltración marginal entre los tres grupos de resinas a nivel oclusal y cervical se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para muestras independientes. Además, para contrastar el grado de microfiltración marginal entre oclusal y cervical de cada grupo de resina se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para muestras independientes. Las pruebas estadísticas anteriormente mencionadas fueron aplicadas a un nivel de confianza del 95% y nivel de significancia del 5%.

### **3.8 Consideraciones éticas**

Esta fue una investigación de tipo in-vitro por lo que no abordó principios bioéticos, sin embargo, es importante indicar que se utilizó piezas dentarias humanas extraídas por razones terapéuticas y donadas por la Clínica Odontológica Docente del Adulto de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega (Anexo E).

Se deslinda cualquier tipo de conflicto de interés con las marcas de resinas dentales existentes en el mercado utilizadas en este trabajo de investigación.

Además, se deja constancia de que se ha utilizado el estilo APA 2019 (American Psychological Association) para la citación de referencias siguiendo los lineamientos de redacción planteados por la Facultad Nacional de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

#### IV. Resultados

##### **Análisis descriptivo de la microfiltración marginal *in vitro* en restauraciones clase II con resinas monobloque y convencional**

A nivel oclusal, se observó que las restauraciones con resina Filtek™ Bulk Fill presentaron grado de microfiltración 0 en un 80% de los casos, mientras que las restauradas con resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill presentaron grado 1 en un 70%, y las restauradas con resina Filtek™ Z350 XT presentaron microfiltración con distribución similar entre los grados 0, 1 y 2. A nivel cervical, se observó que las restauraciones con resina Filtek™ Bulk Fill presentaron grado de microfiltración 0 en un 50% de los casos, mientras que las restauradas con resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill presentaron grado 1 en un 50% y las restauradas con resina Filtek™ Z350 XT presentaron grado 1 en un 60%. Ver tabla 2 y figura 2

**Tabla 2**

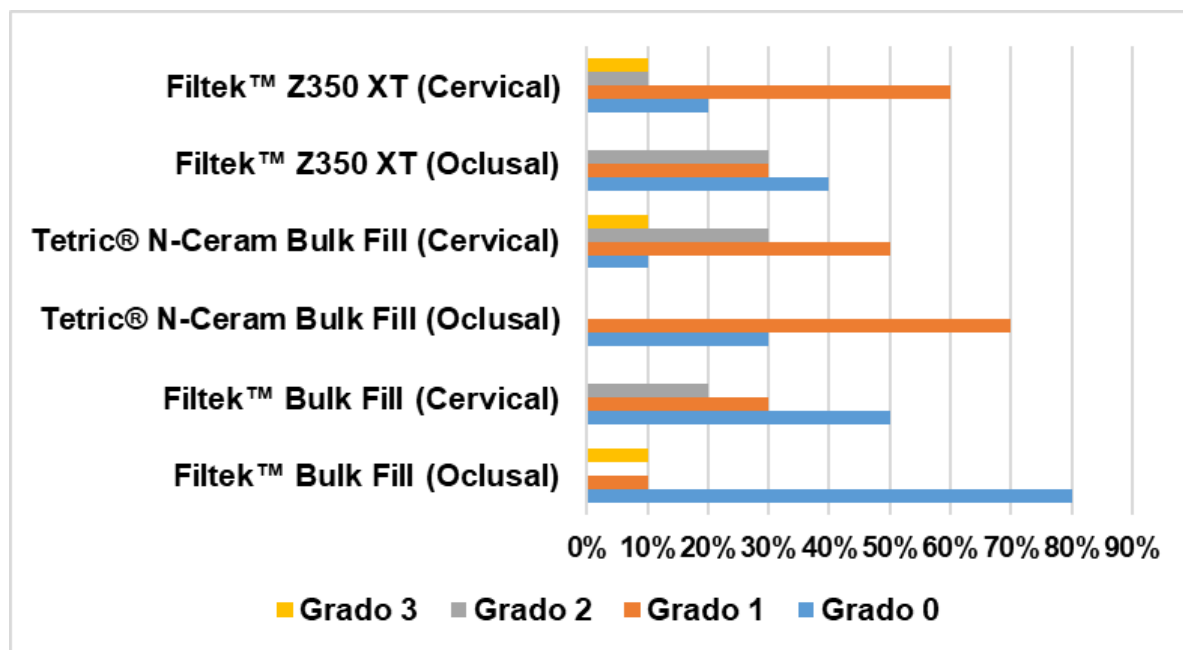
*Grado de microfiltración marginal de la interfase diente-restauración para los seis grupos evaluados*

Grupos	Nivel	Grado 0		Grado 1		Grado 2		Grado 3		Total	
		f	%	f	%	f	%	f	%	n	%
GA: Filtek™ Bulk Fill®	Oclusal	8	80%	1	10%	0	0%	1	10%	10	100%
	Cervical	5	50%	3	30%	2	20%	0	0%	10	100%
GB: Tetric® N-Ceram Bulk Fill	Oclusal	3	30%	7	70%	0	0%	0	0%	10	100%
	Cervical	1	10%	5	50%	3	30%	1	10%	10	100%
GC: Filtek™ Z350 XT®	Oclusal	4	40%	3	30%	3	30%	0	0%	10	100%
	Cervical	2	20%	6	60%	1	10%	1	10%	10	100%

f: Frecuencia absoluta; n: Tamaño de muestra

**Figura 2**

*Grado de microfiltración marginal de las resinas a nivel oclusal y cervical*



### **Análisis inferencial de la microfiltración marginal *in vitro* en restauraciones clase II con resinas monobloque y convencional**

- Comparación del grado de microfiltración marginal de los tres grupos de resinas a nivel oclusal.

Cuando se comparó el grado de microfiltración marginal entre los tres grupos de resina a nivel oclusal, no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.149$ ). Ver tabla 3

**Tabla 3**

*Comparación del grado de microfiltración marginal entre grupos a nivel oclusal*

Grupos	Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3	p-valor*
	f	f	f	F	
GA: Filtek™ Bulk Fill®	8	1	0	1	
GB: Tetric® N-Ceram Bulk Fill	3	7	0	0	0.149
GC: Filtek™ Z350 XT®	4	3	3	0	

f: Frecuencia absoluta

\*Basado en la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para muestras independientes.

- Comparación del grado de microfiltración marginal de los tres grupos de resinas a nivel cervical.

Cuando se comparó el grado de microfiltración marginal entre los tres grupos de resina a nivel cervical, no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.180$ ). Ver tabla 4

**Tabla 4**

*Comparación del grado de microfiltración marginal entre grupos a nivel cervical*

Grupos	Nivel	Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3	p-valor*
		f	f	f	f	
GA: Filtek™ Bulk Fill®		5	3	2	0	
GB: Tetric® N-Ceram Bulk Fill	Cervical	1	5	3	1	0.180
GC: Filtek™ Z350 XT®		2	6	1	1	

f: Frecuencia absoluta

\*Basado en la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para muestras independientes.

- Comparación del grado de microfiltración marginal entre oclusal y cervical de la resina Filtek™ Bulk Fill®.

Al comparar el grado de microfiltración marginal entre oclusal y cervical de la resina Filtek™ Bulk Fill®, no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas entre ambos niveles ( $p=0.315$ ). Ver tabla 5

- Comparación del grado de microfiltración marginal entre oclusal y cervical de la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill.

Al comparar el grado de microfiltración marginal entre oclusal y cervical de la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill, no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas entre el nivel oclusal y el cervical ( $p=0.075$ ). Ver tabla 5

- Comparación del grado de microfiltración marginal entre oclusal y cervical de la resina Filtek™ Z350 XT®.

Al comparar el grado de microfiltración marginal entre oclusal y cervical de la resina Filtek™ Z350 XT®, no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas entre los dos niveles (oclusal y cervical) ( $p=0.684$ ). Ver tabla 5

### Tabla 5

*Comparación del grado de microfiltración marginal entre oclusal y cervical de la resina Filtek™ Bulk Fill®, Tetric® N-Ceram Bulk Fill y Filtek™ Z350 XT®*

Grupos	Nivel	Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3	p-valor*
		f	f	f	F	
GA: Filtek™ Bulk Fill®	Oclusal	8	1	0	1	0.315
	Cervical	5	3	2	0	
GB: Tetric® N-Ceram Bulk Fill	Oclusal	3	7	0	0	0.075
	Cervical	1	5	3	1	
GC: Filtek™ Z350 XT®	Oclusal	4	3	3	0	0.684
	Cervical	2	6	1	1	

f: Frecuencia absoluta

\*Basado en la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para muestras independientes.

## V. Discusión de resultados

Pese a los constantes estudios y avances en la tecnología de las resinas compuestas por mejorar sus propiedades físico-mecánicas, sobre todo por reducir el grado de contracción de polimerización que conlleva a la microfiliación marginal de las restauraciones, aún no se ha podido evitar completamente esta filtración; sin embargo, la introducción de una nueva generación de resinas monobloque que poseen menor estrés de contracción ha llevado a investigar y compararla con resinas convencionales, para determinar si tienen una menor microfiliación.

Con las limitaciones propias de un estudio experimental *in vitro*, la presente investigación se centró en la comparación del grado de microfiliación marginal entre las resinas monobloque y la resina convencional, evaluando también la microfiliación a nivel oclusal y cervical. Para evaluar la microfiliación se utilizó nitrato de plata sin la necesidad de utilizar el microscopio electrónico de barrido, debido a que los iones de plata presentan buena capacidad de difusión a través de la interface diente-resina y además absorben la luz reduciendo los iones de plata diamina a granos de plata metálica, siendo de esta manera más fácil su observación al estereomicroscopio en comparación a la fucsina y el azul de metileno según Rengo, puesto que no se buscó cuantificar la cantidad de plata que había en la interfase diente-resina, sino que se buscó determinar el grado de profundización del nitrato de plata a través de la interfase (Rengo et al., 2015).

Se realizó un estudio piloto previo a partir del cual se pudo determinar el tamaño de muestra adecuado para este estudio, aplicando la fórmula estadística para comparación de proporciones para datos cualitativos y las especificaciones de la Organización Internacional de Estandarización de acuerdo a la norma PD ISO/TS 11405:2015. También se realizó calibración previa para verificar la confiabilidad de las lecturas de microfiliación bajo estereomicroscopio y fue evaluada por

análisis de confiabilidad intra e interexaminador mediante el Índice de Kappa determinándose el grado de concordancia entre las dos mediciones realizadas por el investigador. Además, se hizo uso del mismo estándar (norma PD ISO/TS 11405:2015) para determinar el grado de microfiltración marginal, así como también sirvió de parámetro para la realización del procedimiento.

Los materiales restauradores están sometidos constantemente a diversos factores que influyen negativamente en su longevidad en boca como las fuerzas masticatorias, los hábitos orales, la dieta y los constantes cambios de temperatura. Para simular las fluctuaciones de temperatura de la cavidad oral, las muestras fueron termocicladas ya que el proceso de termociclado puede afectar la integridad marginal de la restauración produciendo microfiltración. A pesar de que la norma PD ISO/TS 11405:2015 sugiere realizar 500 ciclos para poder simular el envejecimiento de los biomateriales como en ciertos estudios realizados, otros autores consideran que dicho tiempo no es suficiente. Gale expone que 10 000 termociclos equivalen a un año de envejecimiento clínicamente, por lo que en la presente investigación se aplicó dicho número de ciclos al igual que en otros estudios recientes (Al-Nabulsi et al., 2019; Amaral et al., 2007; Arslan et al., 2018; Cavalcanti et al., 2007; Cenci et al., 2008; García et al., 2019; Heintze et al., 2015; Morresi et al., 2013; Stewardson et al., 2010).

Existen varios factores que pueden afectar la adaptación marginal de las resinas como el tamaño y la forma de las preparaciones dentales, las propiedades físico-mecánicas, el protocolo de llenado y la fotopolimerización de las resinas. Por lo que en esta investigación se estandarizó el tamaño y forma de las cavidades, el procedimiento de grabado ácido, el modo de fotocurado y uso del adhesivo para todas las muestras con excepción de la técnica de restauración que fue realizada según la recomendación del fabricante para cada resina. Además, hay estudios en los cuales las

configuraciones de los protocolos no se ajustan a la realidad, ya que cortan las cúspides dentales para dejar una superficie plana exponiendo la dentina, por lo que en este estudio se dejaron intactas las superficies oclusales (Furness et al., 2014; Guo et al., 2016; Han et al., 2016; Miletic et al., 2016).

Los tres tipos de resina evaluados en este estudio presentaron microfiltración marginal; sin embargo, las resinas monobloque presentaron menor grado de microfiltración en comparación a la resina convencional, aunque esto no fue estadísticamente significativo, estos resultados fueron similares a los reportados en algunos estudios. Esta diferencia se debería a que la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill, además de presentar canforquinona que se caracteriza por una absorción del espectro de luz azul entre 390 y 510 nm siendo su pico máximo de absorción 470 nm, también presenta óxido de acilfosfina (Lucerina TPO) y un novedoso patentado iniciador derivado del dibenzoilo de germanio llamado Ivocerin, el cual absorbe una longitud de onda de luz en un rango de 370 – 460nm, siendo su pico de absorción a 408nm según Mahn. Probablemente esto le permitió desempeñarse mejor al utilizar la unidad de fotocurado LED poliwave (Bluephase N) que emite luz violeta (380 - 420nm) y luz azul (420nm – 480nm), y que la resina Filtek™ Bulk Fill® presenta dos novedosos monómeros (AUDMA y AFM) que ayudan a disminuir el estrés de contracción. La resina Filtek Z350 XT presentó mayor microfiltración aunque no fue significativa, probablemente porque al aposicionarse más de un incremento de resina se expone a formar microburbujas entre capas lo que permitiría mayor formación de microbrechas en la interfase diente-resina, provocando de esta manera mayor penetración del nitrato de plata (Behery et al., 2018; Mahn, 2013; Mosharrafian et al., 2017).

Kianvash et al. (2016) demostró que no existen diferencias de microfiltración marginal en las resinas monobloque durante dos periodos de almacenamiento en agua destilada (24 horas y 3

meses) pero que las resinas convencionales si mostraron diferencias estadísticamente significativas, esto puede llevar a suponer que las resinas convencionales pueden sufrir deterioro más rápidamente en el tiempo en comparación de las resinas monobloque.

La microfiltración es una desventaja que se encuentra frecuentemente en restauraciones posteriores clase II profundas, especialmente en los márgenes cervicales que se ubican por debajo de la unión esmalte-cemento. De esta manera, también se hizo una comparación de la microfiltración entre el nivel oclusal y cervical de cada grupo de resina donde tampoco se encontró diferencias estadísticamente significativas, siendo contrario a lo obtenido por algunos estudios que reportaron diferencias significativas entre ambos niveles. Probablemente esta discrepancia se deba a que dichos autores realizaron los márgenes cervicales por debajo de la unión esmalte-cemento, lo que se refleja en otro estudio donde se encontró que la microfiltración cervical a 1 mm por debajo de la unión esmalte-cemento fue significativamente mayor que a 1 mm por encima de dicha unión. Es por ello, que en esta investigación la caja proximal se hizo por encima de la unión esmalte-cemento, puesto que la adhesión al esmalte es mejor que en la dentina ya que presenta mayor composición inorgánica, además la adhesión al cemento puede ser más débil que la dentina debido a que posee fibras de colágeno más delgadas que las del cemento (El-Mowafy et al., 2007; García et al., 2019; Joseph et al., 2013; Miletic et al., 2016; Rossouw et al., 2007).

Según los resultados de la presente investigación se rechazó la hipótesis de estudio concluyendo que las diferencias entre las resinas monobloque y la convencional no son estadísticamente significativas.

## VI. Conclusiones

- Todos los grupos de resina mostraron algún grado de microfiltración marginal a nivel oclusal y cervical.
- Los grupos de resina Filtek Bulk Fill y Tetric N-Ceram Bulk Fill presentaron menor grado de microfiltración marginal que la resina Filtek Z350 XT a nivel oclusal, sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa.
- Los grupos de resina Filtek Bulk Fill y Tetric N-Ceram Bulk Fill presentaron menor grado de microfiltración marginal que la resina Filtek Z350 XT a nivel cervical, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa puede ser relevante clínicamente.
- Los tres grupos de resina evaluadas presentaron un mayor grado de microfiltración marginal a nivel cervical en comparación del oclusal, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa puede servir como base en futuros estudios para medir el grado de microfiltración marginal a un nivel cervical más inferior.
- No se comprobó la hipótesis de diferencia planteada concluyendo que las resinas monobloque presentan niveles similares de microfiltración marginal.

## VII. Recomendaciones

- Realizar estudios *in vitro* comparando la microfiltración de resinas monobloque con resinas convencionales de diferentes marcas comerciales y ser evaluadas con microscopía electrónica de barrido, utilizando como colorante el nitrato de plata 1M, para poder cuantificar la cantidad de plata en las microbrechas de la interfase diente-resina mediante el uso de espectrometría de dispersión de energía de rayos X.
- Incluir en el estudio de microfiltración de resinas monobloque diferentes generaciones de lámparas de fotocurado.
- Realizar estudios clínicos para evaluar la microfiltración de las resinas monobloque de una forma más precisa, restaurando piezas dentarias que estén próximas a ser extraídas.
- Evaluar otras propiedades físico-mecánicas de las resinas monobloque como grado de conversión, microdureza, resistencia flexural, módulo de elasticidad, etc.
- Someter las muestras en estudios de microfiltración a proceso de termociclaje y cargas mecánicas para simular las condiciones de la cavidad oral.
- Se recomienda el uso de las resinas monobloque ya que tienen la ventaja de disminuir el tiempo de trabajo clínico y su aplicación es mediante una técnica más sencilla.

## VIII. Referencias

- Al-Harbi, F., Kaisarly, D., Bader, D. y Gezawi, M.E. (2016). Marginal integrity of bulk versus incremental fill class II composite restorations. *Oper Dent*, 41(2), 146–156. <https://doi.org/10.2341/14-306-L>
- Al-Nabulsi, M., Daud, A., Yiu, C., Omar, H., Sauro, S., Fawzy, A. y Daood, U. (2019). Co-Blend Application Mode of Bulk Fill Composite Resin. *Materials*, 12(16), 1-15. <https://doi.org/10.3390/ma12162504>
- AlQahtani, M.Q., Michaud, P.L., Sullivan, B., Labrie, D., AlShaafi, M.M. y Price, R.B. (2015). Effect of High Irradiance on Depth of Cure of a Conventional and a Bulk Fill Resin-based Composite. *Oper Dent*, 40(6), 662-72. <https://doi.org/10.2341/14-244-L>
- Al Sunbulh, H., Silikas, N. y Watts, D.C. (2016). Polymerization shrinkage kinetics and shrinkage-stress in dental resin-composite. *Dent Mater*, 32(8), 998-1006. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.05.006>
- Amaral, F.L.B., Colucci, V., Palma-Dibb, R.G. y Corona, S.A.M. (2007). Assesment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *J Esthet Restor Dent*, 19(6), 340-353. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2007.00134.x>
- Arslan, S., Lipski, L., Dubbs, K., Elmali, F. y Ozer, F. (2018). Effects of different resin sealing therapies on nanoleakage within artificial non-cavitated enamel lesions. *Dent Mater J*, 37(6), 981-987. <https://doi.org/10.4012/dmj.2017-027>
- Baghalian, A., Nakhjavani, Y.B., Hooshmand, T., Motahhary, P. y Bahramian, H. (2013). Microleakage of Er:YAG laser and dental bur prepared cavities in primary teeth restored with different adhesive restorative materials. *Lasers Med Sci*, 28(6), 1453–1460. <https://doi.org/10.1007/s10103-012-1222-0>

- Barrancos, J. y Barrancos, P. (2007). *Operatoria dental: integración clínica*. 4.<sup>a</sup> ed. Médica Panamericana.
- Bayne, C. (2000). Our future in restorative dental materials. *J Esthet Dent*, 12(4), 175-183.  
<https://www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11323860/>
- Behery, H., El-Mowafy, O., El-Badrawy, W., Nabih, S. y Saleh, B. (2018). Gingival microleakage of class II bulk-fill composite resin restorations. *Dent Med Probl*, 55(4), 383–388.  
<https://doi.org/10.17219/dmp/99264>
- Braga, R. y Ferracane, J. (2004). Alternatives In Polymerization Contraction Stress Management. *Crit Rev Oral Biol Med*, 15(3), 176-184. <https://doi.org/10.1177/154411130401500306>
- Brunthaler, A., Konig, F., Lucas, T., Sperr, W. y Schedle, A. (2003). Longevity of direct resin composite restorations in posterior teeth. *Clin Oral Investig*, 7(2), 63-70.  
<https://doi.org/10.1007/s00784-003-0206-7>
- Bucuta, S. y Ilie, N. (2014). Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Investig*, 18(8), 1991-2000.  
<https://doi.org/10.1007/s00784-013-1177-y>
- Burgess, J. y Cakir, D. (2010). Comparative properties of low-shrinkage composite resins. *Compend Contin Educ Dent*, 31(2), 10-15.  
<https://www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20521569/>
- Calixto, R., Massing, N. y Silva, M. (2015). Resinas tipo “Bulk-fill”. *Rev Dental Press Estét*, 12(3), 19-35.  
<https://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=83&sid=d6e60fc7-45d4-4344-8b72-2b452f96d70e%40sessionmgr120>

- Cavalcanti, A.N., Mitsui, F.H.O., Ambrosano, G.M.B. y Marchi, G.M. (2007). Influence of adhesive systems and flowable composite lining on bond strength of class II restorations submitted to thermal and mechanical stresses. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 80(1), 52-58. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.30567>
- Cenci, M.S., Pereira-Cenci, T., Donassollo, T.A., Sommer, L., Strapasson, A. y Demarco, F.F. (2008). Influence of thermal stress on marginal integrity of restorative materials. *J Appl Oral Sci*, 16(2), 106-110. <https://doi.org/10.1590/s1678-77572008000200005>
- Christensen, G. J. (2010). Should resin-based composite dominate restorative dentistry today? *J Am Dent Assoc*, 141(12), 1490–1493. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2010.0112>
- Corral, C., Vildósola, P., Bersezio, C., Alves, E. y Fernández, E. (2015). Revisión del estado actual de resinas compuestas Bulk-Fill. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*, 27(1), 177-196. <https://www.scielo.org.co/pdf/rfoua/v27n1/0121-246X-rfoua-27-01-00177.pdf>
- Davidson, C.L. y Feilzer, A.J. (1997). Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *Journal of Dentistry*, 25(6), 435-440. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(96\)00063-2](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(96)00063-2)
- De Munck, J., Van Landuyt, K., Coutinho, E., Poitevin, A., Peumans, M., Lambrechts, P. y Van Meerbeek, B. (2005). Micro-tensile bond strength of adhesives bonded to Class-I cavity-bottom dentin after thermo-cycling. *Dent Mater*, 21(11), 999-1007. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.11.005>
- Dietschi, D., Monasevic, M., Krejci, I. y Davidson, C. (2002). Marginal and internal adaptation of class II restorations after immediate or delayed composite placement. *Journal of Dentistry*, 30(5-6), 259-269. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(02\)00041-6](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(02)00041-6).

- Domínguez, R. (2015). *Análisis comparativo in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material monoincremental (Tetric N-Ceram Bulk Fill), y uno convencional (Tetric N-Ceram)* [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/137691>
- El-Damanhoury, H.M. y Platt, J.A. (2014). Polymerization Shrinkage Stress Kinetics and Related Properties of Bulk-fill Resin Composites. *Operative Dentistry*, 39(4), 374-382. <https://doi.org/10.2341/13-017-L>
- El-Mowafy, O., El-Badrawy, W., Eltanty, A., Abbasi, K. y Habib, N. (2007). Gingival microleakage of Class II resin composite restorations with fiber inserts. *Oper Dent*, 32(3), 298-305. <https://doi.org/10.2341/06-86>
- Eltoum, N., Bakry, N., Talaat, D. y Elshabrawy, S. (2019). Microleakage evaluation of bulk-fill composite in class II restorations of primary molars. *Alexandria Dental Journal*, 44(1), 111-116. <https://doi.org/10.21608/ADJALEXU.2019.57614>
- Falconí-Borja, G.M., Molina-Pule, C.G., Velásquez-Ron, B.V. y Armas-Vega, A.C. (2016). Evaluation of microleakage degree in composite resin restorations by comparing two adhesives systems after different aging periods. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia*, 27(2), 281-295. <https://doi.org/10.17533/udea.rfo.v27n2a3>
- Fronza, B.M., Rueggeberg, F.A., Braga, R.R., Mogilevych, B., Soares, L.E.S. y Martin A.A. (2015). Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater*, 31(12), 1542-1551. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.10.001>

- Furness, A., Tadros, M. Y., Looney, S. W. y Rueggeberg, F. A. (2014). Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent*, 42(4), 439-449. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.01.005>
- Gale, M.S. y Darvell, B.W. (1999). Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*, 27(2), 89-99. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(98\)00037-2](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(98)00037-2)
- Garg, N. y Garg, A. (2015). *Textbook of operative dentistry*. 3.<sup>a</sup> ed. Jaypee Brothers Medical Publishers.
- García, D., Yaman, P., Dennison, J. y Neiva, G. (2014). Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins. *Oper Dent*, 39(4), 441-448. <https://doi.org/10.2341/12-484-L>
- García, L., Climent, A. y Llena, C. (2019). *In vitro* evaluation of microleakage in Class II composite restorations: High-viscosity bulk-fill vs conventional composites. *Dent Mater J*, 38(5), 721-727. <https://doi.org/10.4012/dmj.2018-160>
- García-Godoy, F., Kramer, N., Feilzer, A.J. y Frankenberger, R. (2010). Long-term degradation of enamel and dentin bonds: 6-year results in vitro vs. in vivo. *Dental Materials*, 26(11), 1113- 1118. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.07.012>
- Gogna, R., Jagadis, S. y Shashikal, K. (2011). A comparative in vitro study of microleakage by a radioactive isotope and compressive strength of three nanofilled composite resin restorations. *J Conserv Dent*, 14(2), 128-131. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.82609>
- Going, R. E. (1972). Microleakage around dental restorations: A summarizing review. *J Am Dent Assoc*, 84(6), 1349-1357. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1972.0226>
- Gómez, E. (2019). *Microfiltración en resinas de nanotecnología y bulk-fill* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44222>

- Guo, J., Holmes, B., Yang, B., Li, Y., Heo, Y.C. y Chen, J. (2016). Determining the temporal development of dentin-composite bond strength during curing. *Dent Mater*, 32(8), 1007-1018. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.05.009>
- Han, S.H., Sadr, A., Tagami, J. y Park, S.H. (2016). Internal adaptation of resin composites at two configurations: Influence of polymerization shrinkage and stress. *Dent Mater*, 32(9), 1085-1094. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.06.005>
- Heintze, S., Monreal, D. y Peschke, A. (2015). Marginal Quality of Class II Composite Restorations Placed in Bulk Compared to an Incremental Technique: Evaluation with SEM and Stereomicroscope. *J Adhes Dent*, 17(2), 147-154. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a33973>
- Heintze, S. D. y Rousson, V. (2012). Clinical effectiveness of direct class II restorations-A meta-analysis. *J Adhes Dent*, 14(5), 407-431. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a28390>
- Hirata, R. (2017). *SHORTCUTS in esthetic dentistry: a new look on TIPS*. 1.<sup>a</sup> ed. Quintessence Publishing.
- Ilie, N., Bucuta, S. y Draenert, M. (2013). Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent*, 38(6), 618-25. <https://doi.org/10.2341/12-395-L>
- Ilie, N. y Hickel, R. (2011). Resin composite restorative materials. *Aust Dent J*, 56(1), 59-66. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01296.x>
- International Organization for Standardization. (2015). Technical Specification ISO/TS 11405:2015 - Dentistry - Testing of adhesion to tooth structure. <https://www.iso.org/standard/62898.html>

- Jinez, P., García, I. y Silva, J. (2020). Microfiltración marginal en cavidades clase II restauradas con resinas nano híbridas vs resinas nano híbridas bulk fill. Estudio in vitro. *Odontología*, 22(1), 55-65. <https://doi.org/10.29166/odontologia.vol22.n1.2020-55-65>
- Joseph, A., Santhosh, L., Hegde, J., Panchajanya, S. y George, R. (2013). Microleakage evaluation of Silorane-based composite and methacrylate-based composite in class II box preparations using two different layering techniques: An in vitro study. *Indian J Dent Res*, 24(1), 148. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.114943>
- Kianvash Rad, N., Javid, B., Panahandeh, N., Ghasemi, A., Kamali, A. y Mohammadi, G. (2016). Microleakage of Bulk-Fill Composites at Two Different Time Points. *J Dent Sch*, 34(4), 225-34. [https://www.researchgate.net/publication/313599453\\_Microleakage\\_of\\_Bulk-Fill\\_Composites\\_at\\_Two\\_Different\\_Time\\_Points](https://www.researchgate.net/publication/313599453_Microleakage_of_Bulk-Fill_Composites_at_Two_Different_Time_Points)
- Kim, R.J., Kim, Y.J., Choi, N.S. y Lee, I.B. (2015). Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *J Dent*, 43(4), 430-439. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.02.002>
- Kuijs, R., Fennis, W., Kreulen, C., Barink, M. y Verdonschot, N. (2003). Does Layering Minimize Shrinkage Stresses in Composite Restorations? *J Dent Res*, 82(12), 967-971. <https://doi.org/10.1177/154405910308201206>
- Lanata, E. (2008). *Atlas de operatoria dental*. 1.<sup>a</sup> ed. Alfaomega.
- Liew, Z., Nguyen, E. y Stella, R. (2011). Survey on the teaching and use in dental schools of resin-based materials for restoring posterior teeth. *Int Dent J*, 61(1), 12-18. <https://doi.org/10.1111/j.1875-595x.2011.00003.x>
- Mahn, E. (2013, 17 de junio). Cambiando el paradigma de la aplicación de composites: Tetric Evoceram® Bulk Fill. Ivoclar Vivadent, Special

- Edition*. <https://downloadcenter.ivoclarvivadent.com/#details=18334&search-text=tetric%20bulk%20fill>
- Mali, P., Deshpande, S. y Singh, A. (2006). Microleakage of restorative materials: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, 24(1), 15-8. <https://doi.org/10.4103/0970-4388.22828>
- Miletic, V., Peric, D., Milosevic, M., Manojlovic, D. y Mitrovic, N. (2016). Local deformation fields and marginal integrity of sculptable bulk-fill, low-shrinkage and conventional composites. *Dent Mater*, 32(11), 1441-1451. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.09.011>
- Morresi, A., D'Amario, M., Capogreco, M., Gatto, R., Marzo, G., D'Arcangelo, C. y Monaco, A. (2013). Thermal cycling for restorative materials: Does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *J Mech Behav Biomed Mater*, 29(1), 295-308. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2013.09.013>
- Mosharrafian, S., Heidari, A. y Rahbar, P. (2017). Microleakage of Two Bulk Fill and One Conventional Composite in Class Two Restorations of Primary Posterior Teeth. *J Dent (Tehran)*, 14(3), 123-131. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5694844/>
- Moszner, N., Fischer, U.K., Ganster, B., Liska, R. y Rheinberger, V. (2008). Benzoyl germanium derivatives as novel visible light photoinitiators for dental materials. *Dent Mater*, 24(7), 901-907. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.11.004>
- Muraro, D., Steffens, S., Donassollo, S. y Donassolo, T. (2016). Resinas compostas de preenchimento único: relato de caso / Bulk-fill composite resins: a case report. *Clín Int J Braz Dent*, 12(2), 180-185. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1217>

- Radhika, M., Sajjan, G. S., Kumaraswamy, B. N, y Mittal, N. (2010). Effect of different placement techniques on marginal microleakage of deep class-II cavities restored with two composite resin formulations. *J Conserv Dent*, 13(1), 9-15. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.62633>
- Raskin, A., D'Hoore, W., Gonthier, S., Degrange, M. y Déjou, J. (2001). Reliability of in vitro microleakage tests: a literature review. *J Adhes Dent*, 3(4), 295-308. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/11893045/>
- Rengo, C., Spagnuolo, G., Ametrano, G., Goracci, C., Nappo, A., Rengo, S. y Ferrari, M. (2015). Marginal leakage of bulk fill composites in Class II restorations: a microCT and digital microscope analysis. *Int J Adhes Adhes*, 60(1), 123-129. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2015.04.007>
- Roggendorf, M.J., Kramer, N., Appelt, A., Naumann, M. y Frankenberger, R. (2011). Marginal quality of flowable 4-mm base vs. conventionally layered resin composite. *J Dent*, 39(10), 643-647. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.07.004>. Epub 2011 Jul 27
- Rosas, A., Soto, V., Ruiz, P., Gainza, P. y Barría, M. (2016). Estabilidad marginal de una resina condensable versus resina monoincremental activada sónicamente en restauraciones clase II: Estudio in vitro. *Av Odontoestomatol*, 32(1), 45-53. <https://doi.org/10.4321/S0213-12852016000100005>
- Rossouw, R.J., Grobler, S.R., Theunis, J. y Kotze, W. (2007). A comparison of microleakages of five different recent bonding agents/systems in enamel and dentine. *SADJ*, 62(5), 213-218. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/17894033/>
- Sakaguchi, R., Ferracane, J. y Powers, J. (2019). *Craig's restorative dental materials*. 14.<sup>a</sup> ed. Elsevier.

- Sarrett, D. C. (2005). Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. *Dent Mater*, 21(1), 9-20.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.10.001>
- Sauro, S., Watson, T.F., Thompson, I., Toledano, M., Nucci, C. y Banerjee, A. (2012). Influence of air-abrasion executed with polyacrylic acid-Bioglass 45S5 on the bonding performance of a resin-modified glass ionomer cement. *Eur J Oral Sci*, 120(2), 168–177.  
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2012.00939.x>
- Schmalz, G. y Arenholt-Bindslev, D. (2009). *Biocompatibility of Dental Materials*. 1.<sup>a</sup> ed. Springer.
- Schneider, L. F., Cavalcante, L. M. y Silikas, N. (2010). Shrinkage stresses generated during resin-composite applications: A review. *J Dent Biomech*, 1(1), 1-14.  
<https://doi.org/10.4061/2010/131630>
- Stewardson, D.A., Shortall, A.C. y Marquis, P.M. (2010). The effect of clinically relevant thermocycling on the flexural properties of endodontic post materials. *J Dent*, 38(5), 437-442. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.02.003>
- Swapna, M., Koshy, S., Kumar, A., Nanjappa, N., Benjamin, S. y Nainan, M. (2015). Comparing marginal microleakage of three Bulk Fill composites in Class II cavities using confocal microscope: An in vitro study. *J Conserv Dent*, 18(5), 409-413.  
<https://doi.org/10.4103/0972-0707.164058>
- Tay, F. R., Pashley, D. H. y Yoshiyama, M. (2002). Two modes of nanoleakage expresión in single-step adhesives. *J Dent Res*, 81(7), 472-476.  
<https://doi.org/10.1177/154405910208100708>

- Tiba, A., Zeller, G.G., Estrich, C.G. y Hong, A. (2013). A Laboratory evaluation of bulk-fill versus traditional multi-increment– fill resin-based composites. *J Am Dent Assoc*, 144(10), 1182-1193. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2013.0040>
- Uehara, N., Ruiz, A., Velasco, J., Ceja, I. y Espinoza, R. (2013). Adaptación marginal de las resinas Bulk Fill. *RODYB*, 2(3), 1-10. <https://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2013/09/ADAPTACI%C3%93N-RESIANS-BULK-FILL..1.pdf>
- Van Dijken, J.W. y Pallesen, U. (2014). A randomized controlled three year evaluation of “Bulk-filled” posterior resin restorations based on stress decreasing resin technology. *Dent Mater*, 30(9), 245-251. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.05.028>
- Veranes, Y., Timno, O., Krael, R., Ramírez, G., Davidenko, N. y Alvarez, R. (2006). Evaluación de resinas compuestas fotopolimerizables preparadas con dos tipos de aerosil y dos sistemas monoméricos. *CENIC*, 37(2), 55-58. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181620576002>
- Vicente, A., Ortiz, A. J. y Bravo, L. A. (2009). Microleakage beneath brackets bonded with flowable materials: effect of thermocycling. *Eur J Orthod*, 31(4), 390-396. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjn126>
- Villasís, M. y Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación II: los diseños de estudio para investigación clínica. *Rev Alerg Méx*, 63(1), 80-90. <https://doi.org/10.29262/ram.v63i1.163>
- Yap, A.U.J., Pandya, M. y Toh, W.S. (2016). Depth of cure of contemporary bulk-fill resin-based composites. *Dent Mater J*, 35(3), 503-510. <https://doi.org/10.4012/dmj.2015-402>
- 3M ESPE. (2015). Filtek Bulk Fill, Instrucciones para uso. <https://www.multimedia.3m.com/mws/media/1326404O/fbfpr-tpp-global-esp-hr.PDF>

## IX. Anexos

### Anexo A: Solicitud de Monitorización Experimental y Laboratorio

SOLICITO: Monitorización de trabajo de Investigación

Dr. Luis Cervantes Ganoza

DECANO DE LA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD  
UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA

Yo, Karen Katherine Hernández Caba, bachiller en odontología, identificada con DNI N° 46712817, con código del alumno: 2010232189, domiciliada en Mz F16 L19 Bocanegra – Callao. Ante usted, respetuosamente me presento y expongo:

Que habiendo culminado la carrera profesional de odontología en la Universidad Nacional Federico Villarreal, solicito a usted permiso para que el docente investigador especialista en Cariología y Endodoncia Dr. Esp. César Cayo Rojas monitoree y haga las lecturas de microfiltración bajo estereoscopio en el laboratorio de su institución "Universidad Inca Garcilaso de la Vega" según el horario que el mencionado docente disponga, de mi trabajo de investigación titulado "EVALUACIÓN DE LA MICROFILTRACIÓN EN RESTAURACIONES CLASE II CON RESINAS MONOBLOQUE EN COMPARACIÓN A UNA RESINA CONVENCIONAL" para obtener el título de Cirujano Dentista en la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Por lo expuesto:

Agradezco de antemano y ruego a usted acceder a mi solicitud.

Lima, 14 de Enero del 2020



*[Handwritten signature]*  
Dr. Luis Cervantes Ganoza  
Decano  
Facultad de Estomatología

Hernández Caba Karen  
DNI 46712817

### Anexo B: Fórmula estadística para comparación de proporciones para datos cualitativos

$$n = \frac{\left[ Z_{1-\alpha/2} * \sqrt{2P(1-P)} + Z_{1-\beta} * \sqrt{P_1(1-P_1) + P_2(1-P_2)} \right]^2}{(P_1 - P_2)^2}$$

$$P = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

Donde:

$n$ = número de muestra

$Z_{1-\alpha/2}$ = Valor tipificado (Con un nivel de confianza del 95%)

$$Z_{1-\alpha/2} = 1.96$$

$Z_{1-\beta}$ = Valor tipificado (Una potencia de prueba del 80%)

$$Z_{1-\beta} = 0.84$$

$P_1$ = porcentaje de casos de microfiltración de la resina Filtek Z350 XT

$P_2$ = porcentaje de casos de microfiltración de la resina Filtek Bulk Fill

Reemplazando:

$$P = \frac{0.67 + 0}{2} = 0.34$$

$$n = \frac{\left[ 1.96 * \sqrt{2 * 0.34(1 - 0.34)} + 0.84 * \sqrt{0.67(1 - 0.33) + 0(1 - 0)} \right]^2}{(0.67 - 0)^2}$$

$$n = 6.48$$

**Anexo C: Ficha de recolección de datos**

<b>MUESTRA</b>	<b>CARA</b>	<b>GRADO 0</b>	<b>GRADO 1</b>	<b>GRADO 2</b>	<b>GRADO 3</b>
1	oclusal				
	cervical				
2	oclusal				
	cervical				
3	oclusal				
	cervical				
4	oclusal				
	cervical				
5	oclusal				
	cervical				
6	oclusal				
	cervical				
7	oclusal				
	cervical				
8	oclusal				
	cervical				
9	oclusal				
	cervical				
10	oclusal				
	cervical				

### Anexo D: Calibración intraexaminador e interexaminador

Para el cálculo del Índice de Kappa se utilizó la siguiente fórmula:

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

Donde:

$P_o$  = Número de acuerdos observados

$P_e$  = Número de acuerdos esperados

En la siguiente tabla se presentan los valores del índice de Kappa con los que se realizó la interpretación del nivel de concordancia.

Índice Kappa	Interpretación
0.00 – 0.20	Ínfima concordancia
0.21 – 0.40	Escasa concordancia
0.41 – 0.60	Moderada concordancia
0.61 – 0.80	Buena concordancia
0.81 – 1.00	Muy buena concordancia

### Calibración intraexaminador

Tabla de contingencia:

		Segunda medición				
		Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3	
Primera medición	Grado 0	Observado	23	0	0	0
		Esperado	8.8	9.6	3.5	1.2
	Grado 1	Observado	0	23	2	0
		Esperado	9.6	10.0	3.8	1.7
	Grado 2	Observado	0	1	7	1
		Esperado	3.4	3.6	1.3	0.6
	Grado 3	Observado	0	0	0	3
		Esperado	1.2	1.2	0.5	0.2
	Total	Observado	23	24	9	4
		Esperado	23.0	24.0	9.0	4.0

Fuente: Fichas de recolección de datos

Cálculo del Índice de Kappa:

$$P_0 = \frac{23 + 23 + 7 + 3}{60} = 0.93$$

$$P_e = \frac{8.8 + 10 + 1.3 + 0.2}{60} = 0.355$$

$$Kappa = \frac{0.93 - 0.36}{1 - 0.36} = 0.89$$

El valor de Kappa obtenido es de 0.89, lo que indica la existencia de una muy buena concordancia entre la primera y segunda medición de las lecturas de microfiltración realizadas por el bachiller investigador.

## Calibración interexaminador

Tabla de contingencia:

		Bachiller en Odontología				
		Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3	
Examinador especialista	Grado 0	Microfiltración	21	2	0	0
		Frecuencia	8.1	7.7	6.1	1.2
	Grado 1	Observado	0	18	7	0
		Esperado	8.8	8.3	6.7	1.3
	Grado 2	Observado	0	0	9	0
		Esperado	3.2	3.0	2.4	0.5
	Grado 3	Observado	0	0	0	3
		Esperado	1.1	1.0	0.8	0.2
	Total	Observado	21	20	16	3
		Esperado	21.0	20.0	16.0	3.0

Fuente: Fichas de recolección de datos

Cálculo del Índice de Kappa:

$$P_0 = \frac{21 + 18 + 9 + 3}{60} = 0.85$$

$$P_e = \frac{8.1 + 8.3 + 2.4 + 0.2}{60} = 0.32$$

$$Kappa = \frac{0.85 - 0.32}{1 - 0.32} = 0.78$$

El valor de Kappa obtenido es de 0.78, lo que indica la existencia de una buena concordancia entre las mediciones de las lecturas de microfiltración realizadas por el especialista y el bachiller investigador.

**Anexo E: Solicitud y Carta de Donación de Piezas Dentarias****SOLICITO: Donación de piezas dentarias****Dr. Luis Cervantes Ganoza****DECANO DE LA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD  
INCA GARCILASO DE LA VEGA**

Yo, **Karen Katherine Hernández Caba**, bachiller en odontología, identificada con DNI N° 46712817, con código del alumno: 2010232189, domiciliada en Mz F16 Lt9 Bocanegra-Callao. Ante usted, respetuosamente me presento y expongo:

Que habiendo culminado la carrera profesional de odontología en la Universidad Nacional Federico Villarreal, solicito a usted me puedan donar 20 terceros molares humanos sanos libres de caries extraídos por razones ortodónticas o protésicas provistos por la Clínica Odontológica Docente del Adulto de su institución "Universidad Inca Garcilaso de la Vega", para ser utilizadas en mi trabajo de investigación titulado "EVALUACIÓN DE LA MICROFILTRACIÓN EN RESTAURACIONES CLASE II CON RESINAS MONOBLOQUE EN COMPARACIÓN A UNA RESINA CONVENCIONAL" para obtener el título de Cirujano Dentista en la Universidad Nacional Federico Villarreal.

**Por lo expuesto:**

Agradezco de antemano y ruego a usted acceder a mi solicitud.

Lima, 4 de noviembre del 2019

*Alma Torres  
Secretaria  
5/11/2019*



---

**Hernández Caba Karen****DNI 46712817**



Universidad  
**Inca Garcilaso de la Vega**

Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas

**Facultad de Estomatología**

"Año del Bicentenario del Perú: 200 Años de Independencia"

Pueblo Libre, 05 de noviembre de 2019

CARTA N° 899-2019-DFE

Señor(a)

HERNANDEZ CABA KAREN KATHERINE

Presente.-

REFERENCIA: Carta S/N, fecha 04 de noviembre 2019

Es grato dirigirme a usted para saludarla atentamente y a su vez de acuerdo al documento en referencia, autorizar la donación de 20 terceros molares humanos sanos provistos por la Clínica Estomatológica para que pueda ser utilizado en su trabajo de investigación para optar el Título de Cirujano Dentista.

Es propicia la oportunidad para reiterarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Cordialmente.



*[Handwritten Signature]*  
 Dr. Luis Cervantes Ganoza  
 Decano (e)  
 Facultad de Estomatología

LCG/mt  
 ID:1266237  
 CV:332577

El presente documento y la(s) firma(s) consignada(s) en ella han sido emitidas a través de medios digitales, al amparo de lo dispuesto en el artículo 141-A del Código Civil: *Artículo 141-A.-Formalidad. En los casos en que la ley establezca que la manifestación de voluntad deba hacerse a través de alguna formalidad expresa o requiera de firma, ésta podrá ser generada o comunicada a través de medios electrónicos, ópticos o cualquier otro análogo. Tratándose de instrumentos públicos, la autoridad competente deberá dejar constancia del medio empleado y conservar una versión íntegra para su ulterior consulta.*  
 En caso que reciba una versión impresa con sellado adicional, los sellos no se verán en la versión digital publicada en <http://sged.uigv.edu.pe/validaciones>, para ello ingrese el ID y CV que se muestran al pie del documento.



**Anexo F: Especificación Técnica ISO/TS 11405****TECHNICAL  
SPECIFICATION**

PD ISO/TS 11405:2015  
**ISO/TS  
11405**

Third edition  
2015-02-01

---

---

**Dentistry — Testing of adhesion to  
tooth structure**

*Art dentaire — Essais d'adhésion à la structure de la dent*



Reference number  
ISO/TS 11405:2015(E)

© ISO 2015

#### 5.1.4.5 Storage of test specimens

Test specimens should be prepared at  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$  and stored in water at  $(37 \pm 2) ^\circ\text{C}$  prior to testing. Storage in water for 24 h is normally sufficient to discriminate between materials that may withstand a wet environment and those that may not. Thermocycling between  $5 ^\circ\text{C}$  and  $55 ^\circ\text{C}$  may be used as an accelerated ageing test. Longer periods of water storage may be necessary to show durability of the bond. Simple water storage has been found to mimic clinically observed restoration degradation.<sup>[19]</sup>

The recommended procedures are the following:

- test type 1: short-term test after 24 h in water at  $37 ^\circ\text{C}$ ;
- test type 2: thermocycling test comprising 500 cycles in water between  $5 ^\circ\text{C}$  and  $55 ^\circ\text{C}$  starting after (20 – 24) h storage in water at  $37 ^\circ\text{C}$ ;

The exposure to each bath should be at least 20 s and the transfer time between baths should be (5 – 10) s.

- test type 3: long term test after six months storage in water at  $37 ^\circ\text{C}$  (medium changed every seven days to avoid contamination).

The specimens should be tested for bond strength immediately after removal from water.

#### 5.1.4.6 Tensile loading

Perform the test at  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$  and  $(50 \pm 10) \% \text{RH}$ . Mount the tensile test specimen in the testing apparatus. Do not apply any bending or rotational forces to the adhesive material during mounting. Apply the tensile load as described in [5.1.4.7](#).

#### 5.1.4.7 Strain rate for bond breakage

The standard strain rate for testing a bonded specimen is recommended to be  $(0,75 \pm 0,30) \text{ mm/min}$  crosshead speed or a loading rate of  $(50 \pm 2) \text{ N/min}$ .

NOTE The stiffness of the various testing machines and bond assemblies varies widely and hence, loading rate is more meaningful than crosshead speed.

## 5.2 Gap measurement test for adhesion to dentine

### 5.2.1 General

The gap measurement test is another approach that may demonstrate the efficacy of an adhesive material that is intended to bond a filling material to dentine.<sup>[5],[6]</sup> This type of test involves the laboratory preparation of a tooth cavity and its subsequent filling by the test material or combination of materials. The resulting “restoration” and tooth are sectioned or ground to reveal the cavity wall/restoration interface.

If the filling has been placed correctly, the principal reason for the formation of a gap or gaps around it is the polymerization shrinkage of the restorative material system. The dentine-bonding agent is intended to withstand the forces of this shrinkage and, if it is totally effective, no gap will be formed.

If the bond is partially effective at withstanding the forces, some of the polymerization shrinkage will be manifested by external dimensional changes before the interface breaks down. Therefore, a small gap will demonstrate a more effective agent compared to the one associated with a large gap. The test may be used to evaluate the effectiveness of the adhesive at various times after completion of the restoration.

It is important that if a particular bonding agent is recommended for a specific restorative material, then this particular combination should be tested. The test is technique sensitive and the tester needs good training in handling and application of all the materials used in the procedure as well as being proficient at dental cavity preparation.<sup>[5]</sup>

Perform the test at  $(23 \pm 2)$  °C and  $(50 \pm 10)$  %RH to limit influences from thermal changes.

### 5.2.2 Tooth substrate and storage

See [5.1.2](#).

### 5.2.3 Cavity preparation

Condition the teeth in distilled water at  $(23 \pm 2)$  °C for a minimum of 12 h prior to the experimental procedure.

Plane the buccal surface of the tooth on wet silicon carbide paper (see [5.1.2.5](#)) fixed to a hard, plane surface to expose a dentine area of at least 4 mm diameter. Prepare a dentine cavity  $(3,0 \pm 0,5)$  mm diameter approximately 1,5 mm deep with a cavosurface angle of approximately 90°. Use a carbide bur with a straight flat fissure head with flat end and without cross-cuts in accordance with [ISO 3823-1:1997](#) 5.3.2.4 at approximately 4 000 rpm and liberal water-cooling. The specimen should be assessed at  $5 \times$  magnification to ensure that the entire cavosurface margin is surrounded by dentine.

### 5.2.4 Filling procedure

Follow the manufacturer's instructions closely including the choice of other necessary materials and all other necessary steps to complete the total filling procedure.

NOTE Syringing high viscosity materials into the cavity reduces the risk of voids along the cavity walls.

### 5.2.5 Storage of specimen

After completion of the restoration, store the specimen in water of grade 3, in accordance with [ISO 3696:1987](#), at  $(23 \pm 2)$  °C. To test the initial effect of an adhesive in preventing gaps due to contraction of the restorative material, specimens should be inspected at  $(10 \pm 2)$  min of storage. Other storage times will be appropriate for long-term assessment of an adhesive.

### 5.2.6 Gap measurement

Remove approximately 0,1 mm of the surface of the filling and dentine by gentle, wet grinding on silicon carbide paper with a median particle size of 8 µm of grade P2500 in accordance with [ISO 6344-1:1998](#). The surface of the specimen should be kept wet continuously and at a temperature of  $(23 \pm 2)$  °C.

Rinse the specimen surface thoroughly with a water spray to remove debris in the gaps. Measure the maximum width of the widest gap observed along the circumference of cavity wall using a device such as a measuring microscope. The measurement should be performed without dehydration of the tooth/filling surface, e.g. in a water-saturated chamber. A minimum of 10 cavities should be examined.

## 5.3 Microleakage test

### 5.3.1 General

Microleakage testing is another way to test the efficacy of a material or a combination of materials to establish bonds to both enamel and dentine. Many methods have been described with some variation in results. Standardization of such methods is therefore necessary in order to obtain comparable results from different laboratories. In this respect, it seems important to standardize quality of teeth, type of cavity, and the quantification of leakage. The type of tracer substance does not seem to be of major importance apart from radioactive tracers that will show diffusion of water through closed interfaces in addition to leakage along patent interfaces.

In addition, the phenomenon of "nanoleakage" has been described.<sup>[Z]</sup> This is a specific type of leakage within the dentine margins of restorations which appears as a consequence of the acid etching procedure allowing the penetration of oral and pulpal liquids, such as acids, into porosities within or adjacent

PD ISO/TS 11405:2015  
**ISO/TS 11405:2015(E)**

to the hybrid layer. Nanoleakage is independent of microleakage. The amount of penetration depends on the type of bonding agent and the application technique. Nanoleakage is much less extensive than microleakage and has probably no short-term clinical relevance. The long-term stability of the adhesive bond between dentine and restorative material, however, could be adversely affected.

While there have been many papers reporting microleakage studies, a correlation with clinical performance has not been established.

### 5.3.2 Tooth substrate and storage

See [5.1.2](#).

### 5.3.3 Cavity preparation

Condition teeth in distilled water at  $(23 \pm 2)$  °C for a minimum of 12 h prior to use.

Several cavity types are of interest when studying leakage. When testing the quality of a particular material or combination of materials to prevent leakage, a standard 3 mm diameter cavity with a depth of at least 1 mm into the dentine in the mid-part of the buccal surface of a third molar should be used.

Start cavity preparation in enamel with a high speed hand piece using a small cylindrical diamond bur. Finish cavity walls to a diameter of  $(3 \pm 0,2)$  mm with a [carbide bur](#) with a straight flat fissure head with flat end and without cross-cuts in accordance with [ISO 3823-1:1997](#) 5.3.2.4 at approximately 4 000 rpm and with liberal water cooling.

If a cavity solely surrounded by dentine is of interest, follow the procedure described in [5.2.3](#). A minimum of 10 cavities should be examined.

### 5.3.4 Filling procedure

Follow the manufacturer's instructions. See also [5.2.4](#).

### 5.3.5 Storage of specimens

Immediately after completion of the filling procedure, immerse the specimen in the chosen tracer solution and store at  $(37 \pm 2)$  °C for 24 h.

If the effect of thermocycling is part of the test, start the thermocycling procedure according to [5.1.4.5](#) after 24 h storage at  $(37 \pm 2)$  °C. After the end of thermocycling, immerse the tooth in a tracer solution for (2 – 4) h.

NOTE Many tracer solutions have been used including inorganic dyes, organic dyes, electrolytes, and silver nitrate. Suspensions of pigment particles are not recommended.

### 5.3.6 Measurement of microleakage

Cut the tooth longitudinally twice to either side of midline of the cavity with a slow speed diamond saw under water-cooling. Score all four surfaces, if possible, for microleakage. Inspect under a microscope at  $10 \times$  magnification for penetration of tracer along the cavity walls.

Use the following scoring system:

- no penetration = 0;
- penetration into the enamel part of the cavity wall = 1;
- penetration into the dentine part of the cavity wall, but not including the pulpal floor of the cavity = 2;
- penetration including the pulpal floor of the cavity = 3.

## Anexo G: Perfil Técnico del Ácido Fosfórico al 35% (Ultra- Etch, Ultradent Products; South Jordan, UT, USA)

### Ultra-Etch®

Ácido fosfórico al 35%

ES

#### Descripción:

Ultra-Etch es una solución de ácido fosfórico al 35% con viscosidad óptima. Su fluidez permite colocación precisa incluso en las fosas oclusales, pero es lo suficientemente viscoso como para evitar que migre. Ultra-Etch es autolimitante en su profundidad de grabado (profundidad promedio de 1.9µ en un grabado de 20 segundos). Este grabador no contiene glicerina y está diseñado para una remoción rápida y completa al enjuagarse.

#### Indicaciones de uso:

Para grabar el esmalte y la dentina antes de aplicar adhesivos dentinarios y colocar restauraciones de composite o sellantes dentales.

#### Instrucciones de uso:

1. Para una jeringa de 1.2
  - a. Retire la tapa Luer.
  - b. Enrosque firmemente la punta de elección (Blue Micro® o Inspiral Brush®).
  - c. Verifique el flujo del grabador antes de aplicarlo intraoralmente
  - d. Verifique el color y la consistencia del flujo del producto antes de aplicar, colocando una pequeña cantidad sobre un mezclador o gasa. Descarte cualquier líquido claro que salga.
2. Para jeringa IndiSpense (Figuras 1 y 2)
  - a. Retire la tapa Luer de la jeringa IndiSpense.
  - b. Enrosque una jeringa de 1.2 en la rosca macho de la jeringa IndiSpense.
  - c. Presione el émbolo de la jeringa IndiSpense mientras guía el émbolo de la jeringa de 1,2ml hasta el nivel de relleno deseado.
  - d. Separe las jeringas y vuelva a tapar la jeringa IndiSpense con la tapa Luer.
  - e. Enrosque firmemente la punta de elección (Blue Micro® o Inspiral Brush® ) en la jeringa de 1.2ml.
3. Instrucciones de colocación directa
  - a. Aísle el diente (los dientes).
  - b. Utilice pómez, un disco o una piedra de diamante sobre el esmalte sin cortar.
  - c. Enjuague y seque la zona preparada.
  - d. Verifique el flujo del sellante antes de aplicar intraoralmente.
  - e. Aplique el grabado al esmalte y la dentina (20 segundos)
  - f. Enjuague concienzudamente, seque y proceda según las instrucciones del fabricante del adhesivo.
4. Limpieza de restauraciones con ácido fosfórico
  - a. Aplique el grabador al interior de la veneer de porcelana o corona durante 5-10 segundos.
  - b. Enjuague y seque.

#### Precauciones y Advertencias:

1. Lea atentamente y entienda todas las instrucciones antes de utilizar.
2. Mantenga fuera del alcance de los niños.
3. Si el producto entra en contacto con algún tejido blando, enjuague **IMEDIATAMENTE** el área con abundante cantidad de agua.
4. Las exposiciones cercanas a la pulpa deben tratarse con una base protectora antes de colocar el agente de grabado.
5. Vuelva a tapar, desinfecte y limpie la jeringa con un desinfectante de nivel intermedio entre los usos. Si se utiliza una funda para jeringas, retire la punta, vuelva a tapar y descarte la funda.
6. Deseche adecuadamente la punta y jeringa vacía.
7. Verifique el flujo de todas las jeringas antes de aplicarla intraoralmente. Si encuentra resistencia, sustituya la punta y vuelva a verificar. Utilice sólo las puntas recomendadas. Para evitar la contaminación cruzada, no reutilice las puntas.
8. Almacene a temperatura ambiente.
9. No lo utilice después de pasada la fecha de vencimiento anotada en el envase.

NOTA: Para obtener la Hoja de Seguridad Médica (SDS) e informaciones adicionales sobre el uso de Ultra-Etch, por favor visite [www.ultradent.com](http://www.ultradent.com)

## Anexo H: Perfil Técnico del Adhesivo 3M™ ESPE™ Adper™ Single Bond2®

# Instrucciones de Uso

## Adhesivo Adper™ Single Bond 2

### Información General

El Adhesivo Adper Single Bond 2 fabricado por 3M ESPE es un adhesivo sencillo, de unión adhesiva en húmedo y que contiene 10% de un relleno coloidal de 5 nm

El Adhesivo Adper™ Single Bond 2 ofrece al odontólogo una amplia gama de aplicaciones y usos. Estas incluyen la adhesión a todo tipo de restauraciones directas de resina compuesta así como a los procedimientos que involucran el uso de porcelana, resina compuesta, restauraciones metálicas, amalgama cristalizada, desensibilización de las superficies radiculares y adhesión de carillas (veneers) con el sistema RelyX™ Veneer y el primer cerámico RelyX™ Ceramic Primer, fabricados por 3M ESPE.

Después de fotopolimerizado, el Adhesivo Adper™ Single Bond 2 también puede utilizarse en amalgamas y para procedimientos de adhesión indirecta, cuando combinado con el cemento adhesivo de resina RelyX™ ARC, fabricado por 3M ESPE. La compatibilidad con los procedimientos de adhesión indirecta se debe a la película de bajo grosor (aproximadamente 10 µm) del Adhesivo Adper™ Single Bond 2 polimerizado.

El Adhesivo Adper Single Bond 2 está disponible en dos sistemas de dispensado, un sistema de monodosis y un sistema de frasco dispensador de dosis múltiples.

**El uso de ácido grabador en las superficies del esmalte y de la dentina es muy importante.**

### Recomendaciones

Utilice el ionómero de vidrio Vitrebond™ Light Cure Glass Ionomer Liner/Base, fabricado por 3M ESPE, en áreas profundas de la cavidad, tales como las de las restauraciones de clase I y II. Si ocurre una exposición pulpar, aplique una cantidad mínima de hidróxido de calcio seguida por la aplicación de una base de Vitrebond forro cavitario/base. El Adhesivo Adper™ Single Bond 2 se unirá a la base de Vitrebond forro cavitario/ base independientemente de que el ionómero de vidrio haya sido tratado con un ácido grabador.

El Adhesivo Adper Single Bond 2 incluye el grabado del esmalte y de la dentina como parte del procedimiento de aplicación. Se recomienda que las superficies dentales queden húmedas después de enjuagarse. El exceso de humedad debe retirarse con algún material absorbente.

El Adhesivo Adper Single Bond 2 polimeriza mediante la exposición a la luz visible. En la indicación de tiempos de fotopolimerización se supone el uso de una unidad de fotopolimerizado 3M ESPE, fabricada por 3M ESPE, o el uso de otras unidades de fotopolimerización de potencia similar. Se debe verificar con regularidad que las lámparas para fotopolimerización tengan la potencia adecuada utilizando un sistema confiable de medición de la luz.

El aire que se utilice para secar deberá estar libre de aceite y agua.







### Precauciones para el Personal del Consultorio y Pacientes

El ácido grabador Scotchbond™, fabricado por 3M ESPE, contiene ácido fosfórico a una concentración de 35%.

Al usar el ácido grabador, se recomienda el uso de lentes protectores para los pacientes y para el personal del consultorio. Evite el contacto con los tejidos orales blandos, los ojos y la piel. En caso de contacto accidental con los ojos, enjuague inmediatamente con agua en abundancia. En caso de contacto con los ojos consulte a un médico.

## Anexo I: Perfil Técnico de Unidad de Fotocurado LED BLUEPHASE



Datos Técnicos	Bluephase N <sup>®</sup>	Bluephase N <sup>®</sup> M	Bluephase N <sup>®</sup> MC
<b>Intensidad de Luz</b>	1,200 mW/cm <sup>2</sup> ± 10 %	800 mW/cm <sup>2</sup> ± 10 %	800 mW/cm <sup>2</sup> ± 10 %
<b>Todos los materiales de fotopolimerización</b> Rango de longitudes de onda	✓ (385 – 515 nm)	— (430 – 490 nm)	— (430 – 490 nm)
<b>Todo el tiempo</b> Función Click & Cure	✓	—	—
<b>Absolutamente móvil</b> Operación inalámbrica	✓	✓	— (Operación alámbrica)
<b>Todas las indicaciones</b> Operación continua > 10 minutos	✓	✓	✓
<b>Tiempos de curado para diferentes materiales resinosos</b> 2 mm Tetric N-Ceram 4 mm Tetric N-Ceram Bulk Fill	10 s	15 s	15 s
<b>Programas de curado</b>			
HIGH Power  	1,200 mW/cm <sup>2</sup>	800 mW/cm <sup>2</sup>	800 mW/cm <sup>2</sup>
LOW Power  	650 mW/cm <sup>2</sup>	—	—
SOFT Start  	650 / 1,200 mW/cm <sup>2</sup>	—	—
<b>Conducto de luz</b>	10 mm, negra	10 mm, negra	10 mm, negra
<b>Fuente de poder</b>	Batería de polímero de litio, capacidad: apróx. 60 minutos, tiempo de carga: apróx. 2 horas.	Batería de polímero de litio, capacidad: apróx. 60 minutos, tiempo de carga: apróx. 2 horas.	Operación alámbrica
<b>Garantía</b>	3 años (batería 1 año)	2 años (batería 1 año)	2 años
<b>Formas de Suministro /Accesorios</b>	<b>Bluephase N<sup>®</sup></b>	<b>Bluephase N<sup>®</sup> M</b>	<b>Bluephase N<sup>®</sup> MC</b>
<b>Unidad completa, 100 – 240 V</b>	659 683	647 620	647 619
<b>Pieza de mano</b> (incluyendo batería y conducto de luz de 10-mm)	659 681	647 621	—
<b>Batería de repuesto</b>	659 956	647 622	—
<b>Conducto de luz de 10-mm, Negra (N)</b> 656 196	■ ✓	■ ✓	■ ✓
<b>6 &gt; 2 mm (Punta tipo alfiler), negra</b> 608 538	✓	✓	✓
<b>Fundas protectoras</b> 608 554	✓	✓	✓
<b>Cono anti-reflejo</b> 551 756	■ ✓	■ ✓	■ ✓
<b>Escudo anti-reflejo</b> 592 496	✓	✓	✓
<b>Bluephase Meter</b> 607 922	✓	✓	✓

■ Incluido en las formas de suministro    ✓ Disponible como accesorio

# Bluephase N<sup>®</sup>

LED para todas las necesidades de fotocurado



Al cubrir el rango de longitud de onda completo y proveer una intensidad de luz de 1.200 mW/cm<sup>2</sup>, la Bluephase N, operada por batería, establece los estándares más altos en el sector de lámparas de polimerización LED. Cumple todos los requerimientos de los procedimientos dentales del día a día gracias a sus muchas innovaciones.

Gracias a la revolucionaria tecnología Polywave, por ejemplo, esta lámpara de polimerización puede ser usada para todas las indicaciones y en todas las situaciones. Además, la función Click & Cure permite una operación continua sin interrupciones – aún en procedimientos para tratamientos restaurativos extensos directos e indirectos.

## Todos los materiales de fotocurado

El LED Polywave, especialmente diseñado, que ofrece componentes de color azul y violeta, puede ser usado para cualquier tipo de materiales dentales y fotoiniciadores gracias a su espectro de banda ancha.

- Fotoiniciador canforoquinona
- Fotoiniciadores de óxidos de fosfina (Lucerina, PPD)
- Bluephase N con LED Polywave

Fuente: R&D, Ivodlar Vivadent AG, Schaan, Principado de Liechtenstein, 2013

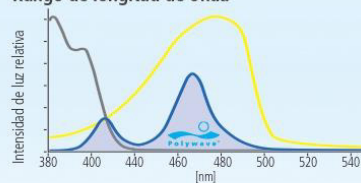
## Todas las indicaciones

Bluephase N ofrece tres programas que son operados fácilmente: High Power para una polimerización rápida, Low Power para polimerización cerca de la pulpa y Soft Start para polimerización con reducido estrés de contracción.

## Todo el tiempo gracias a Click & Cure

Con solo un click usted puede conectar la pieza de mano al cable de corriente de la base de carga. Los inconvenientes tiempos de espera mientras carga la batería son redundantes.

## Rango de longitud de onda



## Anexo J: Perfil Técnico de la Resina 3M Filtek™ Bulk Fill®

### Descripción del producto

## Descripción del producto

Filtek™ Bulk Fill Resina para Posteriores de 3M ESPE es una resina de restauración visible y fotoactivada que ha sido optimizada para crear restauraciones posteriores más sencillas y rápidas. Este material de relleno en bloque proporciona una excelente fuerza y un desgaste bajo. Los tonos son semitraslúcidos y se polimerizan con un estrés mínimo, lo cual proporciona una profundidad de polimerización de 5 mm. Con una excelente retención de pulido, la resina para posteriores Filtek™ Bulk Fill también es ideal para restauraciones anteriores que requieren de un tono semitraslúcido. Todos los tonos son radiopacos. Filtek™ Bulk Fill Resina para Posteriores está disponible en los tonos A1, A2, A3, B1 y C2.

## Características del producto

- Presentación en jeringas de 4.0 gramos. Las jeringas son color esmeralda, con etiquetas blancas y designaciones de tonos
- Cinco tonos: A1, A2, A3, B1, C2
- Restauraciones Clases II, profundidad de fotocurado de 5 mm para todos los tonos

## Indicaciones de uso

- Restauraciones anteriores y posteriores directas (incluyendo superficies oclusales)
- Base / *liner* bajo restauraciones directas
- Reconstrucción de muñones
- Ferulización
- Restauraciones indirectas incluyendo *inlays*, *onlays* y carillas
- Restauraciones de dientes deteriorados
- Sellado de surcos y fisuras en molares y premolares
- Reparación de defectos en restauraciones de porcelana, esmalte y temporales

## Anexo K: Perfil Técnico de la Resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill

### El composite más rápido

La limitación de tiempo cobra cada vez más importancia en la rutina clínica. Las obturaciones deben realizarse con rapidez, pero sin perder la estética. Esto puede parecer una contradicción, pero no lo es.

Con el nuevo composite para dientes posteriores Tetric® N-Ceram Bulk Fill, no hace falta renunciar a nada: las obturaciones se colocan en capas de hasta 4 mm de forma rápida y sencilla y se polimerizan en apenas diez segundos (utilizando lámparas de  $> 1.000 \text{ mW/cm}^2$ ), para un resultado totalmente satisfactorio en la zona de los dientes posteriores.



Situación inicial



Aplicación de una capa de 4 mm.



Imagen final tras el pulido.  
Imágenes: Dr. Michael Dieter



### La nueva forma de aplicar capas

Hasta ahora, debía trabajarse laboriosamente aplicando varias capas de 2 mm hasta rellenar la cavidad. Con el composite Tetric N-Ceram Bulk Fill para dientes posteriores, ahora es posible aplicar capas de hasta 4 mm.

Gracias a su consistencia blanda, el material se puede trabajar y modelar de forma eficaz.



Capas convencionales de 2 mm.



Capa de 4 mm con Tetric N-Ceram Bulk Fill

## Anexo L: Perfil Técnico de la Resina 3M Filtek™ Z350 XT®

# Descripción del producto

3M™ Filtek™ Z350 XT Restaurador Universal es una resina activada por luz visible, diseñada para ser utilizada en restauraciones anteriores y posteriores. Un adhesivo dental, como los que fabrica 3M, se utiliza para unir de manera permanente la restauración con la estructura dental. La resina está disponible en presentación de jeringas, en un amplio rango de tonos para Dentina, Esmalte, Cuerpo y Translúcidos. Todos los tonos son radiopacos.

## Indicaciones de uso

Filtek Z350 XT está indicado para:

- Restauraciones directas anteriores y posteriores (incluyendo las superficies oclusales)
- Reconstrucción de muñones
- Ferulización
- Restauraciones indirectas (incluyendo *inlays*, *onlays* y carillas)

## Composición

El sistema de resinas fue levemente modificado respecto a la resina original de 3M™ Filtek™ Z250 Restaurador Universal y al de 3M™ Filtek™ Supreme Restaurador Universal. La resina contiene resinas bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA(6). Para controlar la contracción, PEGDMA fue sustituida por una porción de resina TEGDMA en 3M™ Filtek™ Z350 XT Restaurador Universal.

En cuanto a los rellenos, los materiales utilizados son una combinación de relleno de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nanómetros (nm); relleno de zirconia no aglomerado/no agregado de 4 a 11 nm; y un relleno *cluster* agregado de zirconia/sílice (partículas de sílice de 20 nm y de zirconia de 4 a 11 nm). Los tonos para Dentina, Esmalte y Cuerpo (DEC)<sup>3</sup> tienen un tamaño promedio de las partículas del *cluster* de 0.6 a 10 micrones (μ). Los tonos translúcidos (T)<sup>4</sup> tienen un tamaño promedio de las partículas del *cluster* de 0.6 a 20 micrones. La carga de relleno inorgánico es aproximadamente de 72.5% por peso (55.6% por volumen) para los tonos translúcidos y 78.5% por peso (63.3% por volumen) para el resto de tonos.

**Anexo LL: Grados de Microfiltración según la Norma Internacional PD ISO/TS****11405:2015**

---

<b>Grado de microfiltración</b>	<b>Penetración del colorante</b>
<b>Grado 0</b>	No existe penetración.
<b>Grado 1</b>	Existe penetración a nivel de esmalte.
<b>Grado 2</b>	Existe penetración a nivel de dentina, sin incluir el piso pulpar de la cavidad.
<b>Grado 3</b>	Existe penetración, incluyendo el piso pulpar de la cavidad.

---

### Anexo M: Características de las resinas evaluadas según el fabricante

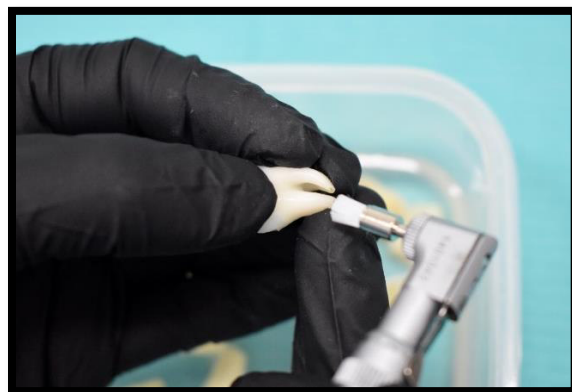
<b>Resina</b>	<b>Tipo</b>	<b>Composición</b>	<b>Fabricante</b>
<b>Filtek Bulk Fill</b>	Nanorrelleno	Matriz: AUDMA, UDMA, AFM y 1, 12-dodecanediol-DMA  Relleno: sílice no aglomerado/no agregado, zirconia aglomerada/no agregada, compuesto de zirconia/sílice agregados, trifluoruro de iterbio (76.5% por peso y 58.4% por volumen)	3M ESPE, USA
<b>Tetric N-Ceram Bulk Fill</b>	Nanohíbrido	Matriz: bis-GMA, bis-EMA, UDMA  Relleno: vidrio de bario silicato aluminio, “isofiller”(prepolímero, vidrio y fluoruro de iterbio), fluoruro de iterbio y óxidos mixtos (76 % por peso y 54% por volumen)	Ivoclar Vivadent, Liechtenstein
<b>Filtek Z350 XT</b>	Nanorrelleno	Matriz: bis-GMA, UDMA, TEGMA, PEGDMA y bis-EMA  Relleno: sílice no aglomerado/no agregado, zirconia no aglomerado/agregado, sílice/zirconia agregado (78.5% por peso y 63.3% por volumen)	3M ESPE, USA

## Anexo N: Fotografías de la ejecución del procedimiento

### Piezas dentarias seleccionadas



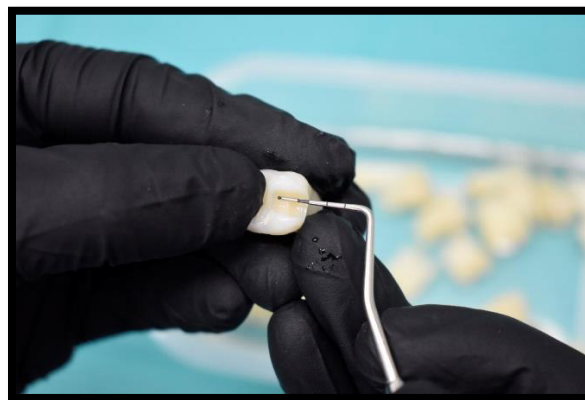
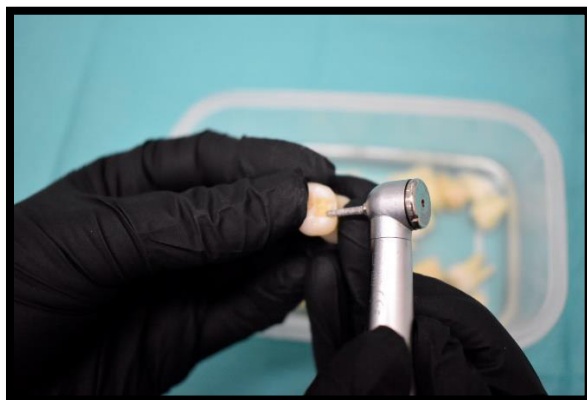
### Limpieza de las piezas dentarias



**Ambiente de trabajo a 25°C**



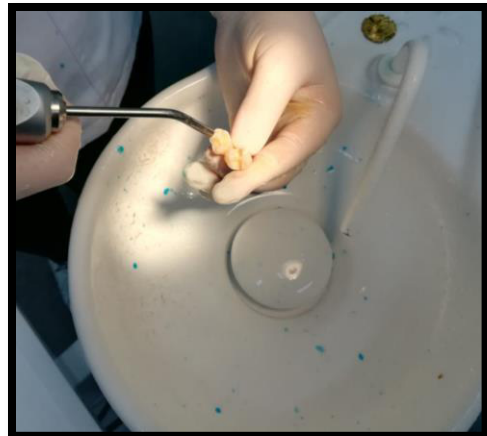
**Preparación de las cavidades dentarias**



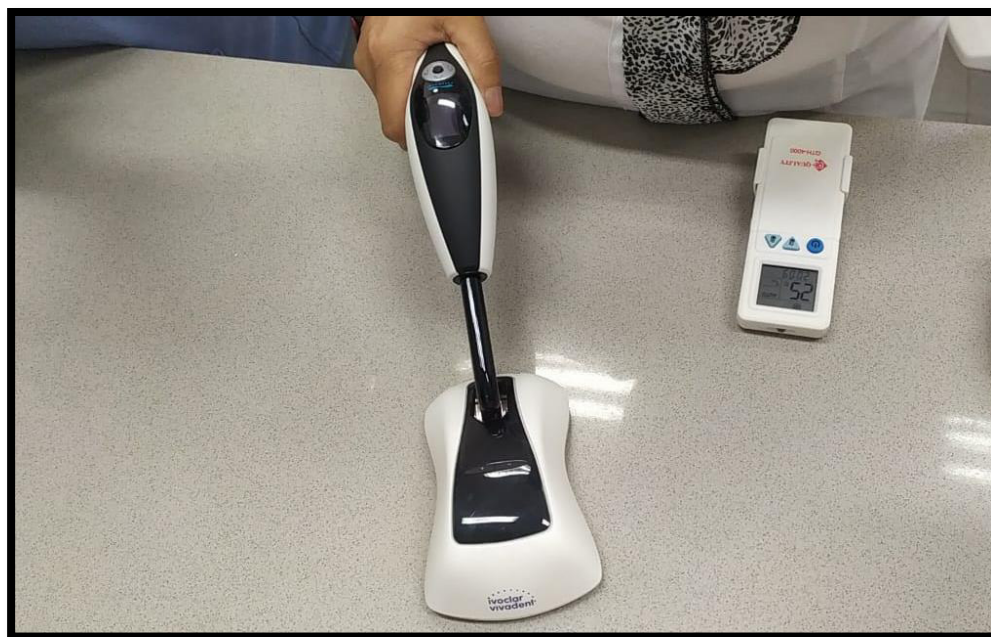
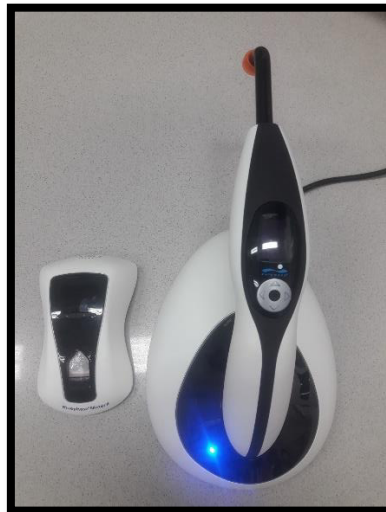
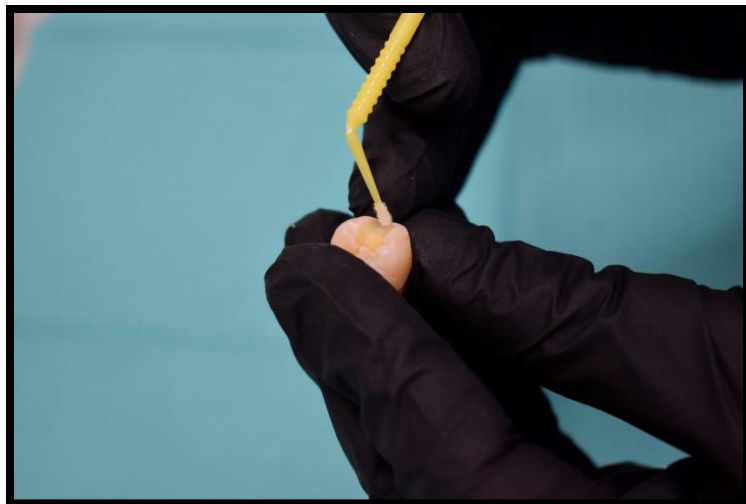
## Materiales para la obturación de las cavidades



## Aplicación del grabado ácido



### Aplicación del adhesivo



**Obtención con resina 3M Filtek™ Bulk Fill® mediante la técnica en bloque**



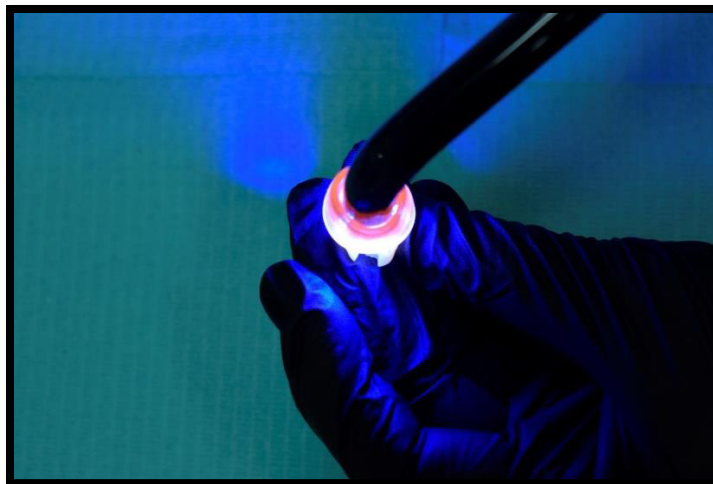
**Obtención con resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill mediante la técnica en bloque**



## Obturación con resina 3M Filtek™ Z350 XT® mediante la técnica incremental



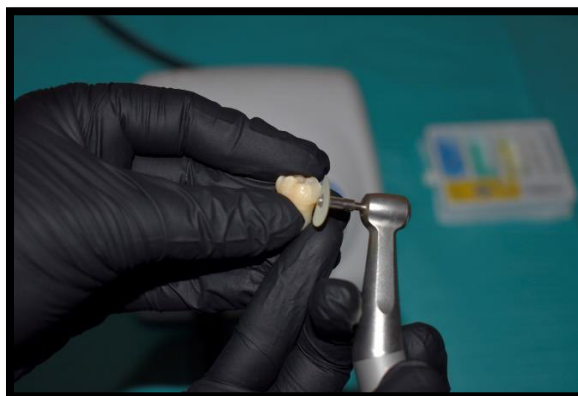
## Fotopolimerización (Radiómetro indicando la potencia de luz requerida)



### Acondicionamiento de piezas restauradas a 37°C por 24 horas



### Pulido con discos de acabado dental



## Termociclado



## Sellado del foramen apical con acrílico de autocurado y esmalte de uñas



### Piezas dentarias sumergidas en nitrato de plata



### Piezas dentarias sumergidas en solución reveladora de placas





**Corte de las piezas dentarias con disco biactivo**





**Pulido de las muestras**

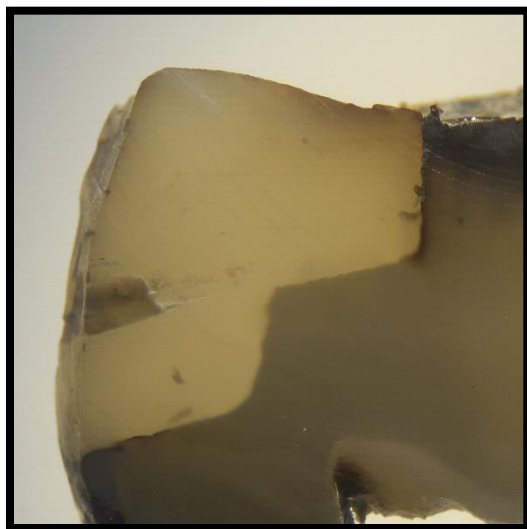
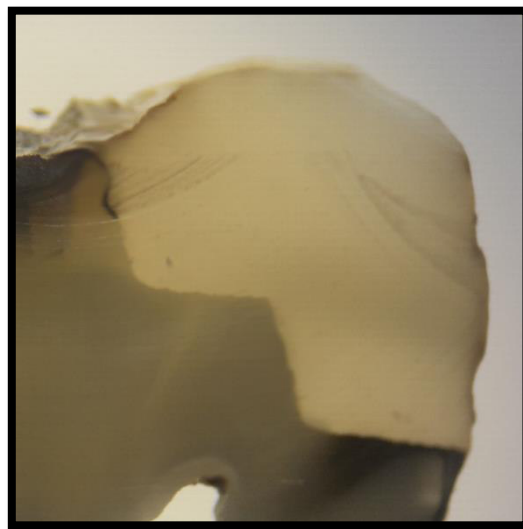
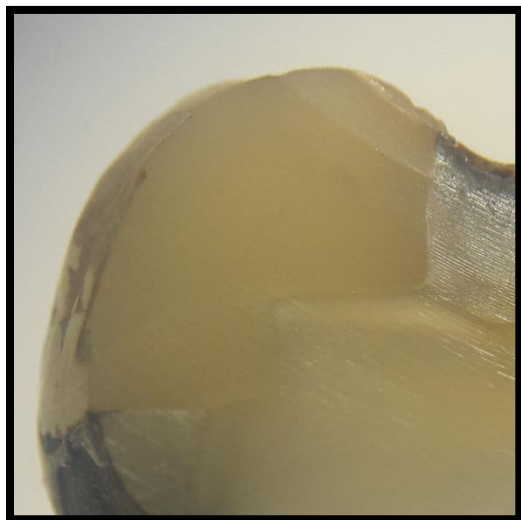
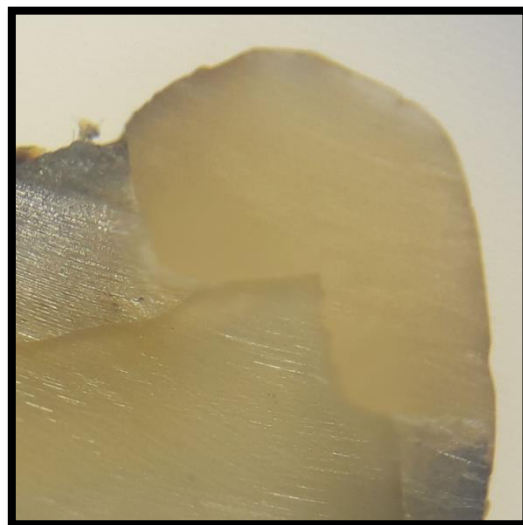


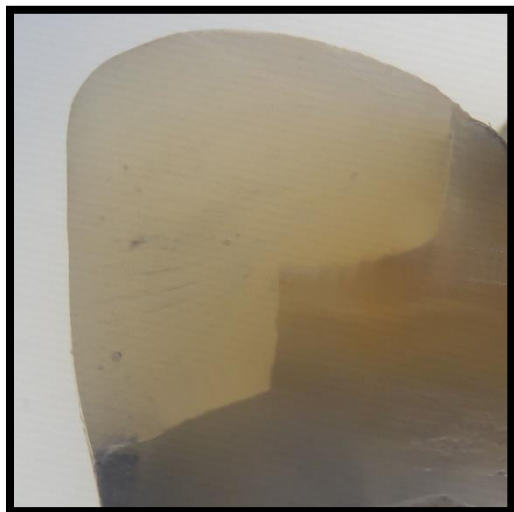
### Muestras listas para observación bajo estereomicroscopio



### Observación de muestras al estereomicroscopio

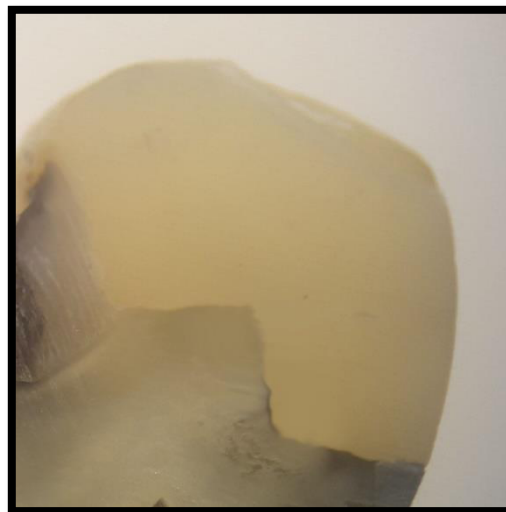


**Anexo Ñ: Microfotografías****RESINA 3M Filtek™ Bulk Fill®****Oclusal:** Grado 3**Cervical:** Grado 2**Oclusal:** Grado 1**Cervical:** Grado 2**Oclusal:** Grado 0**Cervical:** Grado 1**Oclusal:** Grado 0**Cervical:** Grado 0

**RESINA Tetric® N-Ceram Bulk Fill**

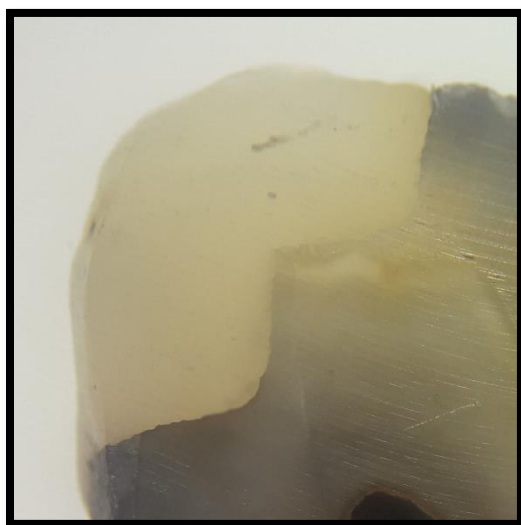
**Occlusal:** Grado 1

**Cervical:** Grado 1



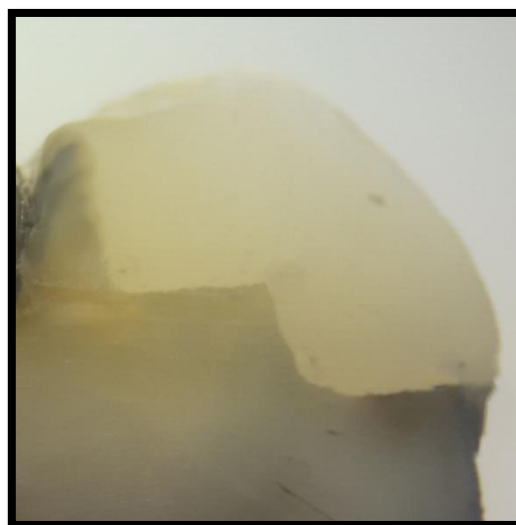
**Occlusal:** Grado 1

**Cervical:** Grado 3



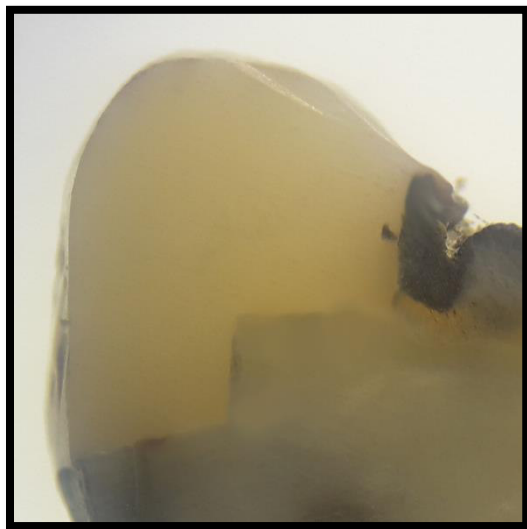
**Occlusal:** Grado 2

**Cervical:** Grado 3



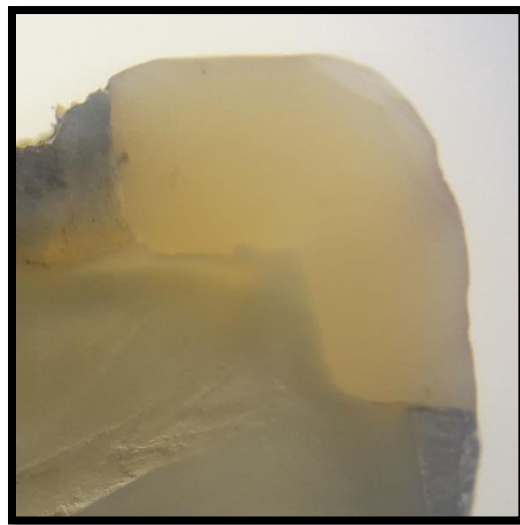
**Occlusal:** Grado 0

**Cervical:** Grado 2

**RESINA 3M Filtek™ Z350 XT®**

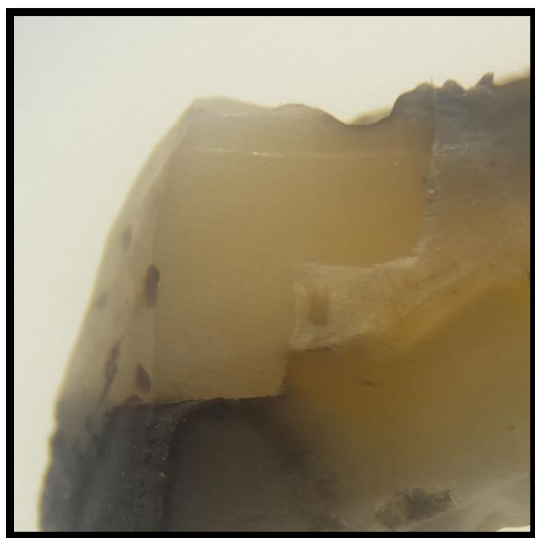
**Occlusal:** Grado 2

**Cervical:** Grado 2



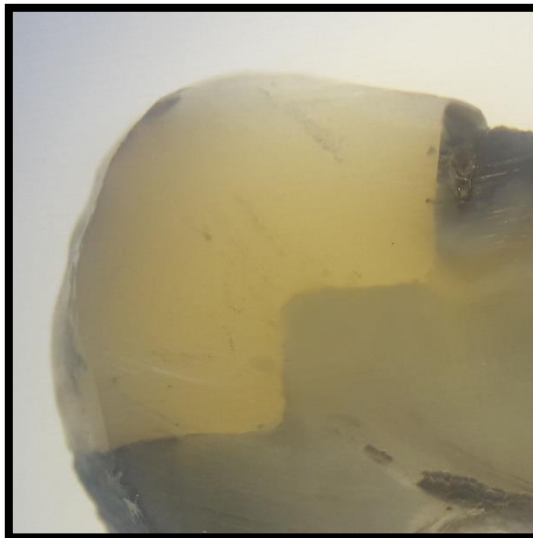
**Occlusal:** Grado 1

**Cervical:** Grado 1



**Occlusal:** Grado 1

**Cervical:** Grado 3



**Occlusal:** Grado 2

**Cervical:** Grado 1

## Anexo O: Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores	Instrumento	Diseño	Análisis estadístico
¿Cuál es el grado de microfiltración marginal <i>in vitro</i> , en restauraciones clase II de piezas dentarias humanas, con resinas compuestas fotocurables monobloque en comparación a una resina convencional utilizando nitrato de plata?	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Evaluar el grado de microfiltración marginal <i>in vitro</i> en restauraciones clase II de piezas dentarias humanas, con dos resinas compuestas fotocurables monobloque en comparación a una resina convencional utilizando nitrato de plata.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determinar el grado de microfiltración marginal a nivel oclusal y cervical en restauraciones clase II de piezas dentarias humanas de las resinas compuestas fotocurables monobloque y convencional, observadas al estereomicroscopio.</li> <li>Comparar el grado de microfiltración marginal a nivel oclusal en restauraciones clase II de piezas dentarias humanas entre las resinas compuestas fotocurables monobloque y convencional, observadas al estereomicroscopio.</li> <li>Comparar el grado de microfiltración marginal a nivel cervical en restauraciones clase II de piezas dentarias humanas entre las resinas compuestas fotocurables monobloque y convencional, observadas al estereomicroscopio.</li> <li>Comparar el grado de microfiltración marginal entre oclusal y cervical en restauraciones clase II de piezas dentarias humanas de las resinas compuestas fotocurables monobloque y convencional, observadas al estereomicroscopio.</li> </ol>	Es probable que las restauraciones dentarias de clase II con resinas monobloque presenten menor grado de microfiltración marginal respecto a las restauraciones con resina compuesta fotocurable convencional.	<p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Microfiltración marginal (Grado)</p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>De Acuerdo al grado de microfiltración (Lectura con estereomicroscopio)</p> <p>Grado de microfiltración de acuerdo a la especificación técnica PD ISO/TS 11405:2015</p>	Observación indirecta con estereomicroscopio marca Leica® EZ4 según la normal internacional PD ISO/TS 11405:2015 y luego fueron anotados en una ficha de recolección de datos.	<p><b>Tipo de estudio</b></p> <p>-Experimental <i>in vitro</i></p> <p>-Prospectivo</p> <p>-Transversal</p> <p>-Comparativo</p>	<p><b>Descriptiva</b></p> <p>La variable cualitativa se resumió a través de frecuencias absolutas y porcentajes, los cuales se representaron para su mejor visualización en tablas de doble entrada y gráficos de barras.</p> <p><b>Inferencial</b></p> <p>Para la comparación del grado de microfiltración marginal entre los tres grupos de resinas a nivel oclusal y cervical se utilizó la prueba Kruskal-Wallis para muestras independientes. Además, para contrastar el grado de microfiltración marginal entre oclusal y cervical de cada grupo de resina se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes a un nivel de confianza del 95% y nivel de significancia del 5%.</p>