

UNIVERSIDAD NACIONAL
“TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS”



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

RESISTENCIA POR FUERZA COMPRESIVA IN VITRO EN
RESINAS DENTALES NANOPARTICULADAS Y
SUPRANANOPARTICULADAS, CHACHAPOYAS-2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO
DENTISTA

Autora : Bach. Ketty Jhovani Tejada Grandez

Asesor : Mg. Franz Tito Coronel Zubiato

CHACHAPOYAS - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios, por darnos la vida y las fuerzas necesarias para para alcanzar nuestras metas.

A mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme incondicionalmente toda mi vida, mis Padres.

A mi hermana Kelly, de manera especial, ya que fue ella una de las principales personas quien con su ayuda contribuyó para realizarme profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

Al CD. Nestor Arturo Tafur Chavez, quien fue mi coasesor, por la orientación y ayuda que me brindo ya que no ha sido sencillo el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha regido he logrado mis principales objetivos como culminar el desarrollo de mi tesis.

Al Mg. Franz Tito Coronel Zubiato, por su asesoría acertada y su paciencia en la ejecución del presente trabajo de investigación.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Dr. Policarpio Chauca Valqui
Rector

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón
Vicerrector Académico

Dra. Flor Teresa García Huamán
Vicerrectora de Investigación

Dr. Edwin Gonzales Paco
Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud

Mg. Franz Tito Coronel Zubiato
Director de la Escuela profesional de Estomatología

VISTO BUENO DEL ASESOR

Yo, Franz Tito Coronel Zubiato, identificado con DNI N°40402618 con domicilio legal en el Jr. Dos de mayo N° 950 de la ciudad de Chachapoyas, Docente auxiliar a tiempo completo de la Escuela Académico Profesional de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, doy **Visto Bueno** al **Informe Final** de tesis titulado “**RESISTENCIA POR FUERZA COMPRESIVA IN VITRO EN RESINAS DENTALES NANOPARTICULADAS Y SUPRANANOPARTICULADAS-2018**”, que estuvo conducido por la **Bachiller Ketty Jhovani Tejada Grández**, para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Por lo tanto

firmando la presente para mayor constancia



MG. Franz Tito Coronel Zubiato
DNI N°40402618.

Dr. Edwin Gonzales Pazo

Vocal



ANEXO 3-K

**DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Yo TESADA GRANDEZ KETTY JHOVANI
identificado con DNI N° 44814123 Estudiante()/Egresado (✓) de la Escuela Profesional de
ESTOMATOLOGÍA de la Facultad de:
CIENCIAS DE LA SALUD
de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada: "RESISTENCIA POR FUERZA COMPRESIVA
IN VITRO EN RESINAS DENTALES NANOPARTICULADAS
Y SUPRANANOPARTICULADAS, CHACHAPOYAS - 2018"
que presento para
obtener el Título Profesional de: CIRUJANO DENTISTA

- 2. La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
- 3. La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
- 4. La Tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 26 de ABRIL de 2019

Firma del(a) tesista





UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

Secretaría General
Oficina de Grados y Títulos

ANEXO 2-S

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA DIVULGACIÓN DE TESIS

Apellidos y nombres del Alumno (s): TEJADA GRANDEZ KETTY JHOVANI

Escuela Profesional: ESTOMATOLOGÍA

Bachiller: EN ESTOMATOLOGÍA

Facultad: CIENCIAS DE LA SALUD

Asesor: Mg. FRANZ TEO COSMEL ZUÑIGA

Título de trabajo de tesis: "RESISTENCIA POR FUERZA COMPRESIVA IN UTRO EN
RESINAS DENTALES NANOPARTICULADAS Y SUPRANANOPARTICULADAS, CACHAPOYOS - 2018

E-mail: Ketty_Te_gra@hotmail.com Teléfono: 910794038

Domicilio real: Jr. Areguico #459

Consentimiento:

Autorizo a través de este medio a la Dirección General de Difusión, Publicación y Transferencia, Dirección General de Biblioteca de la UNTRM, a difundir la versión digital de mi trabajo de Tesis, para su consulta con fines académicos y/o de investigación. Asimismo, manifiesto conocer el reglamento de propiedad intelectual y patentes de la UNTRM: Título VI. De la propiedad intelectual de los estudiantes de la UNTRM.

FECHA: 26 abril del 2019

FIRMA: [Firma]

DNI : 44814123

INDICE DE CONTENIDOS

| | Pág. |
|---------------------------------------|------|
| Dedicatoria | i |
| Agradecimiento | ii |
| Autoridades universitarias | iii |
| Visto bueno del asesor | iv |
| Jurado evaluador | v |
| Índice de contenidos | vi |
| Índice de tablas | vii |
| Índice de figuras | viii |
| Índice de anexos | ix |
| Resumen | x |
| Abstract | xi |
| INTRODUCCIÓN | 12 |
| II.OBJETIVOS | 13 |
| III. MARCO TEÓRICO | 14 |
| IV. MATERIAL Y MÉTODOS | 32 |
| 4.1. Diseño de la investigación | 32 |
| 4.2. Población, muestra y muestreo | 33 |
| 4.3. Métodos, técnicas e instrumentos | 33 |
| 4.4. Procedimiento | 34 |
| 4.5. Análisis de datos | 36 |
| V. RESULTADOS | 37 |
| VI. DISCUSIÓN | 44 |
| VII.CONCLUSIONES | 48 |
| VIII. RECOMENDACIONES | 49 |
| IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 50 |
| ANEXOS | 54 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1: Resistencia por fuerza compresiva in vitro de la resina dental nanoparticuladas, chachapoyas -2018. | 37 |
| Tabla 2: Resistencia por fuerza compresiva in vitro de la resina dental suprananoparticuladas, chachapoyas -2018. | 39 |
| Tabla 3: Prueba de Shapiro Will | 41 |
| Tabla 4: Prueba T de Student muestras independientes | 42 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1: Resistencia por fuerza compresiva in vitro de la resina dental nanoparticuladas, chachapoyas -2018. | 38 |
| Figura 2: Resistencia por fuerza compresiva in vitro de la resina dental suprananoparticuladas, chachapoyas -2018. | 40 |
| Figura 3: De caja y bigotes | 43 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | pág. |
|--|------|
| ANEXO I : Instrumento | 55 |
| ANEXO II : Matriz de consistência | 56 |
| ANEXO III : Fotografias de procedimientos realizados para la elaboración de probetas | 57 |
| ANEXO IV : Iso 3595-3 | 69 |
| ANEXO V : Ficha de resultados obtenidos | 79 |
| ANEXO VI : Operacionalización de variables | 82 |

RESUMEN

El presente estudio fue de enfoque cuantitativo, de nivel relacional comparativo, de tipo observacional, prospectivo, transversal y analítico, cuyo objetivo fue: Comparar la resistencia por fuerza compresiva in vitro de resinas dentales nanoparticuladas y suprananoparticuladas, chachapoyas - 2018. El universo muestral estuvo constituido por 8 probetas de resina nanoparticuladas y 8 probetas de resinas suprananoparticuladas. Para recolectar los datos se utilizó como instrumento la máquina de ensayo universal a compresión de marca Metrotest. Para contrastar las hipótesis de diferencia primero se aplicó la prueba de Shapiro - Will por ser una muestra menor a 50 especímenes, para evaluar si los datos tenían una distribución normal, a un nivel de significancia $p < 0.05$. Posteriormente los datos fueron sometidos a la prueba paramétrica T student, la cual asume normalidad en los datos con un nivel de significancia de $p < 0.05$ y un nivel de confianza del 95%. Los resultados evidencian que la resina nanoparticulada espe filtek z350 xt – 3m es la que mayor resistencia a la compresión presentaba con una media de 148.47 seguida por la resina suprananoparticulada palfique lx5 tocuyama con una media de 92.09 Mpa; en conclusión si existe diferencia de resistencia por fuerza compresiva in vitro de las resinas nanopaticuladas y suprananoparticuladas ya que nuestros valores obtenidos fueron significativamente distintos, lo que nos asegura el éxito del tratamiento al utilizar cualquier marca comercial para obturar las piezas dentarias del sector posterior.

Palabras claves: Resistencia compresiva, resinas compuesta, resina compuesta nanoparticuladas, resina compuesta suprananoparticuladas.

ABSTRAC

The present study was a quantitative approach, comparative relational level, observational, prospective, transversal and analytical, whose objective was: To compare the resistance by compressive strength in vitro of nanoparticulate and suprananoparticulate dental resins, chachapoyas - 2018. The sample universe was consisting of 8 nanoparticulate resin specimens and 8 suprananoparticulate resin specimens. To collect the data, the Metrotest universal compression testing machine was used as an instrument. To test the hypothesis of difference, the Shapiro - Will test was first applied because it was a sample smaller than 50 specimens, to evaluate if the data had a normal distribution, at a level of significance $p < 0.05$. Subsequently, the data were subjected to the parametric T student test, which assumes normality in the data with a level of significance of $p < 0.05$ and a confidence level of 95%. The results show that the nanoparticulate resin espe filtek z350 xt - 3m is the one with the highest resistance to compression with an average of 148.47 followed by the suprananoparticulate resin palfique lx5 tocuyama with an average of 92.09 MPa; in conclusion, if there is a difference in compressive strength in vitro resistance of nanoparticulate and suprananoparticulate resins since our values obtained were significantly different, which ensures the success of the treatment when using any brand to seal the dental pieces of the posterior sector.

Keywords: Compressive strength, composite resins, nanopartícula composite resin, suprananoparticulate composite resin.

I. INTRODUCCIÓN

La formación de la resina compuesta se basa en su contenido orgánico (BISGMA) e inorgánico (Cuarzo, vidrio entre otros), y además de los muchos componentes que brindan las características esenciales para conseguir la resina con propiedades ideales. Estas son usadas en odontología hace más de 40 años y han sufrido constantes modificaciones por parte de los fabricantes, por ejemplo, disminuyendo el tamaño de sus partículas de relleno, proporcionando en la actualidad mejores propiedades mecánicas y resultados estéticos más satisfactorios a los pacientes. La morfología y el tamaño de las partículas tienen gran influencia en las propiedades de la resina (Gomez ,A.et al, 1995, p.30). La resistencia compresiva es una propiedad física muy importante en las resinas compuestas, las cuales, se resisten a la deformación de su estructura durante el acto masticatorio, ya sea funcional o parafuncional, donde las fuerzas que son transmitidas sobre las restauraciones pueden producir fracturas de la misma o de la pieza dentaria (Perez, 2009, p.125).

La investigación tuvo como Objetivo general de nuestra investigación fue comparar la resistencia por fuerza compresiva in vitro de resinas dentales nanoparticuladas y suprananoparticuladas y para conseguir esto tuvimos que realizar los Objetivos específicos como: Identificar la resistencia por fuerza compresiva in vitro de la resina dentales nanoparticuladas, identificar la resistencia por fuerza compresiva in vitro de la resina dental suprananoparticuladas y por último evaluar la resistencia por fuerza compresiva in vitro de las resinas dentales nanoparticuladas y suprananoparticuladas. hoy en día la estética dental es una de las especialidades con mayor demanda, por lo cual muchos pacientes llegan a la consulta odontológica, esto ha hecho que las resinas dentales sean uno de los materiales restauradores más utilizados por los odontólogos en el tratamiento de las lesiones cariosas, fracturas entre otras. Siendo una de las razones de estudio muy importante la propiedad física de resistencia compresiva. Actualmente en el mercado existen variedad de empresas que ofrecen resinas compuestas fotopolimerizables, por lo cual, muchas veces los odontólogos clínicos no sabemos cuál de estas nos ofrecerá mejores propiedades, garantizando mejores resultados después de realizar los tratamientos restauradores y de esta manera la conseguir la satisfacción del paciente y del profesional.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Comparar la resistencia por fuerza compresiva in vitro en resinas dentales nanoparticuladas y suprananoparticuladas, chachapoyas - 2018.

2.1. Objetivos específicos

1. Identificar la resistencia por fuerza compresiva in vitro de la resina dentales nanoparticuladas, chachapoyas-2018.
2. Identificar la resistencia por fuerza compresiva in vitro de la resina dental suprananoparticuladas, chachapoyas -2018.
3. Evaluar la resistencia por fuerza compresiva in vitro de las resinas dentales nanoparticuladas y suprananoparticuladas, chachapoyas-2018.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes.

Internacionales:

Meenakumari, C. (2018), realizó un estudio en Brasil titulado “*Evaluación de las propiedades mecánicas de los compuestos de resina restaurativa nanoposterior más nuevos in vitro*” cuyo objetivo fue probar muestras de cinco nano compuestos posteriores SureFil SDR, ClearFil Majesty, Ever X, Tetric Evo Ceram bulk fill y Filtek Z350. Todas las muestras se prepararon de acuerdo con ISO 4049 y se polimerizaron con una luz LED durante 40 segundos y se sometieron a ensayos mecánicos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, módulo de flexión y nano dureza. Los resultados que se dieron el estudio fue que Hubo diferencias significativas entre las resinas restauradoras compuestas probadas. El compuesto híbrido CFM Nano exhibió valores de dureza más altos. Las características de resistencia a la flexión, módulo de flexión y dureza de Ever X y Z350 fueron casi similares. El valor de la fuerza de compresión de Ever X fue alto en comparación con otros cuatro compuestos. SDR exhibió valores mínimos en comparación con otros compuestos. Las diferencias en la resistencia a la compresión, dureza, resistencia a la flexión y módulos se deben a las diferencias en porcentaje y tipo de partículas de relleno en todo el material de resina compuesto probado.

Hamburger, et al. (2014), es un estudio realizado en Holanda, titulado “*Efecto del espesor de la resina compuesta unida sobre la resistencia a la compresión*” en lo cual el objetivo de este estudio fue investigar la resistencia a la compresión de materiales compuestos con diferentes propiedades físicas unidas como una restauración de la dentina en capas de diferentes grosores, utilizaron Cuatro tipos de materiales compuestos directos: un medio lleno un paquete compacto (Clearfil AP-X); un nano lleno (Filtek Supreme); y un material micro relleno (Heliomolar) se unieron en capas de 0,5-3,0 mm de espesor sobre dentina bovina. Cada grupo de materiales contenía 25 muestras, que se cargaron hasta la fractura. En sus resultados fueron que el nano relleno y el material compacto lleno mostraron una asociación significativa entre el espesor de la capa y la resistencia a la compresión. El material compuesto medio lleno fue el material más consistente que muestra una carga de falla similar en todo el rango de espesor. De la investigación realizada se encontró una clara influencia del grosor de la

capa sobre la resistencia a la compresión en algunos materiales de resina compuesta. Cuando se colocan restauraciones que están muy cargadas, como en pacientes con desgaste severo debido al bruxismo, puede ser recomendable elegir un material que sea adecuadamente resistente en todos los grosores.

Li, et al. (2015), estudio de investigación desarrollado en China titulado *“Un estudio comparativo sobre la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión de cuatro cementos de ionómero de vidrio de cementación modificados con resina”* cuyo objetivo de estudio fue comparar las diferencias en la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión entre cuatro cementos de ionómero de vidrio de cementación modificados con resina que se usan comúnmente en clínicas. Además, este estudio investiga la influencia del modo de curado en la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión de los cementos de ionómero de vidrio modificado con resina de doble curado. Inicialmente, se prepararon muestras de resistencia a la flexión y de resistencia a la compresión para RL, NR, GCP y GCC. El grupo RL y el grupo NR se curaron mediante el modo fotopolimerizable y el modo de curado químico. Se prepararon cinco muestras para cada grupo de prueba, y se midieron la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión de cada uno. Los datos se analizaron mediante Anova de un factor con SPSS 13.0. Los resultados fueron que NR tiene una mayor resistencia a la flexión y resistencia a la compresión en comparación con los otros tres materiales. Además, el modo de curado puede afectar la resistencia a la flexión de RMGIC de doble curado porque con el modo de fotopolimerización, la resistencia a la flexión es más alta que con el modo de curado químico. Por lo tanto, la fotopolimerización es un procedimiento esencial cuando se utiliza RMGIC de doble curado en clínicas.

Rohr y Fischer. (2017), realizaron la investigación en Brasil titulado *“Efecto del modo de envejecimiento y curado en la resistencia a la compresión y la resistencia indirecta de los cementos de resina compuesta”* cuyo objetivo fue medir la resistencia a la tracción indirecta y la resistencia a la compresión de 7 cementos compuestos de resina de doble curado (Multilink Automix, Multilink SpeedCem, RelyX Ultimate, RelyX Unicem 2 Automix, Panavia V5, Panavia SA Plus, Harvard Implant semipermanente). Las muestras se autopolimerizaron o se fotopolimerizaron. Las propiedades mecánicas se evaluaron después de 24 h de almacenamiento de agua a 37 ° C y después del

envejecimiento con almacenamiento previo de agua de 24 h a 37 ° C. Los resultados fueron que la resistencia a la tracción indirecta varió y la resistencia a la compresión también y que el envejecimiento termocíclico de se puede considerar un método adecuado para simular la degradación de la resistencia a la tracción indirecta pero no la resistencia a la compresión de los cementos compuestos de resina. El efecto del termociclado y el modo de curado en los cementos compuestos de resina depende del material y no se puede generalizar.

Nacionales:

Tafur, N.(2016), realizó su trabajo de investigación en nuestro país, Perú en la Universidad Nacional Federico Villarreal titulado “*Resistencia a la fractura por fuerza compresiva de resinas compuestas nanohíbridas para restauraciones estéticas directas in vitro*” donde tuvo como objetivo determinar la resistencia a la fractura por compresión de resinas compuestas nanohíbridas para restauraciones estéticas directas in vitro de tres marcas comerciales: ESPE FILTEK Z250 XT, BRILLIANT NG – COLTENE, TETRIC N-CERAM – IVOCLAR VIVADENT, para recaudar los datos se utilizaron fichas de tabulación para la prueba mecánica de ensayos de resistencia a la compresión, luego el autor procedió a confeccionaron 24 probetas separadas en tres grupos de 8 especímenes según a las especificaciones de la organización internacional de estandarización (ISO 3597-3), estas probetas fueron colocadas en la máquina de ensayos universal donde se determinó el esfuerzo (resistencia compresiva) de las resinas anteriormente mencionadas , sus resultados de su investigación fue que las resinas ESPE FILTEK Z250 XT, BRILLIANT NG – COLTENE – 3M, TETRIC N-CERAM – IVOCLAR presenta una media en la resistencia compresiva de 261,22; 219,07; 235,27 respectivamente, por lo cual, el autor concluyó que el grupo de resinas nanohíbridas Z250 XT – 3M presenta mayor resistencia a la compresión que las demás resinas compuestas nanohíbridas anteriormente mencionadas.

Huayhua, E. (2013). realizó su investigación en Perú titulado “*Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas*” quien desarrollo su investigación en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, su objetivo fue hacer una comparación in vitro de la resistencia compresiva de 2 tipos de resinas compuestas, evaluando 2 microhíbridas y 2 nanohíbridas teniendo 15 muestras

cilíndricas por cada grupo, obteniéndose como resultado que la resistencia compresiva de la resina microhíbrida TPH SPECTRUM fue mayor que la microhíbrida Z250 y las nanohíbridas TPH3 y Z250 XT, mientras que los 3 últimos grupos antes mencionados presentaron resistencia compresiva similar, su resultados fueron en su investigación que si existe diferencia significativa en la resistencia compresiva de la resina microhíbrida TPH SPECTRUM con la resina microhíbrida Z250 y con las nanohíbridas TPH3 y Z250 XT.

Regionales:

No se hallaron investigaciones realizadas.

Locales:

No se hallaron investigaciones realizadas

3.2. Bases Teóricas.

Conceptos

La operatoria dental. Es el arte y la ciencia del diagnóstico, el tratamiento y el pronóstico de los defectos dentales que no precisan restauraciones de cobertura completa para su corrección: dicho tratamiento debe conseguir la restauración de la forma correcta, la función y la estética de los dientes, manteniendo al mismo tiempo la integridad fisiológica de los mismos en una relación armónica con los tejidos duros y blandos adyacentes, mejorando en conjunto la salud y el bienestar general del paciente. (robenson, 1996, p. 1)

La operatoria dental como la disciplina odontológica que enseña a prevenir, diagnosticar y curar enfermedades y/o restaurara las lesiones, alterar rasiones o defectos que puede sufrir un diente, para devolver su forma, estético y función. Dentro del aparto masticatorio y en armonía con los tejidos adyacentes. (Barrancos, 1999, p. 2). La técnica (o preclínica) estudia los procedimientos las tecnicas, los materiales y el instrumental necesario para reparar, restaurar o prevenir la patología en elementos dentarios defectuosos, enfermos o deteriorados sobre dientes extraídos o simulados, montados en maniquies o en dispositivos que simulan el aparato masticatorio. La clínica de operatoria dental estudia los mismos procedimientos mensionados aplicados directamente a la prevension, al mejoramiento, a la curación o a la restauración de los elementos dentarios en seres humanos. Ademas de los conocimientos técnicos. La clinica exige un profundo

dominio de biología, fisiología, patología, farmacología y toda otra disciplina que se relacione con la curación de las enfermedades. (Barrancos, 1999, p. 3)

La estética dental. Es la ciencia que trata de la belleza y armonía. Su significado es sumamente subjetivo y relativo, ya que este se encuentra condicionado por diversos factores de orden social, psicológico y cultural, además de estar ligado a la edad y a una época concreta, lo cual determina que varíe según el individuo. Cuando se trata de la apariencia dentaria, debe considerarse en conjunto la edad de la persona, la morfología facial y los aspectos psicológicos y socioeconómicos asimismo, con el fin de planificar correctamente el tratamiento, es particularmente importante tomar en cuenta las características relativas al color, a la morfología y a la posición de los dientes. (Henostroza, 2006, p.19) “Principios de la estética: la odontología estética como en otras áreas, se basa en leyes y técnicas, utilizando además del enfoque intuitivo, principios biológicos en la búsqueda de una sonrisa estéticamente satisfactoria y agradable. Dentro de una perspectiva organizada y sistemática, dos objetivos básicos dentro de la estética en odontología deben ser exhaustivamente perseguidas y estudiadas. Crear dientes de proporciones intrínsecas agradables entre sí y los demás dientes biológicamente integrados y en armonía con los tejidos gingivales. Producir una disposición dental armoniosa y agradable con los labios y demás estructuras de la cara. (Sidney & August, 2008, p.35)

La caries dental. “Es un trastorno no microbiológico infeccioso de los dientes que provoca la disolución y destrucción localizada de los tejidos calcificados. Es muy importante comprender que las cavitaciones de los dientes (destrucción de la superficie dental con formación de una cavidad) son signos de infección bacteriana” (Robenson, Heyman, & Sturdevant, 1996, p.62). La caries es una enfermedad de origen infeccioso causada por bacterias (*Streptococcus mutans*) que al encontrar un sustrato favorable en la dieta (hidratos de carbono), acumulado en áreas retentivas del diente (huesped), por un tiempo determinado, forma ácidos, que desmineralizan la superficie del diente y que de continuar bajo las mismas condiciones destruye y socava progresivamente los tejidos mineralizados, pudiendo en casos graves afectar a la pulpa. (Guillen, 2015, p.15). “La caries dental es un proceso dinámico de desmineralización que resulta del metabolismo microbiano sobre la superficie dental, el cual puede conducir a una pérdida neta de mineral a través del tiempo y subsecuentemente aunque no siempre a la formación de

cavidad” (Saldarriega & et al, 2009). “ la caries dental es un enfermedad infecciosa y transmisible de los dientes que se caracterizan por producir la desintegración de los tejidos dentales mineralizados (esmalte, dentina y cemento)” (Lanata, 2008, p.4). “La caries dental es una disbiosis, que se manifiesta principalmente por el consumo alto de azúcares fermentables. La disbiosis es la alteración del equilibrio y de la proporción entre las diferentes especies de microorganismos de la flora oral” (Simon, 2015).

La caries dental es una disolución química localizada de la superficie dentaria que resulta de eventos metabólicos que se producen en la biopelícula (placa dental) que cubre el área afectada. Estos eventos metabólicos son conocidos como el proceso cariioso. La interacción entre los despusitos microbianos y los tejidos duros del diente puede resultar en una lesión cariiosa que es el signo o síntoma del proceso. (Fejerskov, Nyvad, & Kiddy, 2015, p.72)

“La caries dental, como enfermedad infecciosa, microbiana y multifactorial es en la actualidad considerada como una de las enfermedades más prevalentes en el ser humano, implicando un verdadero problema de salud” (Uribe, 1990, p.71).

Historia de las resinas compuestas: “La rica historia asociada al desarrollo de las resinas compuestas tuvo sus inicios durante la primera mitad del siglo XX. En ese entonces, los únicos materiales que tenían color del diente y que podían ser empleados como material de restauración estética eran los silicatos. Estos materiales tenían grandes desventajas siendo la principal, el desgaste que sufrían al poco tiempo de ser colocados” (Leinfelder, 1985). Estos problemas condujeron al desarrollo de los sistemas acrílicos sin relleno (un copolímero basado en el polimetacrilato de metilo), sin embargo, éstos poseían un alto grado de contracción de polimerización y coeficientes de variación dimensional térmica diez veces mayor que el de las estructuras dentarias, trayendo como consecuencia filtraciones marginales y percolación. Las resinas acrílicas presentaban además una baja resistencia mecánica, inestabilidad de color y una gran generación de calor al polimerizar. A finales de los años 40, las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) reemplazaron a los silicatos. Estas resinas tenían un color parecido al de los dientes, eran insolubles a los fluidos orales, fáciles de manipular y tenían bajo costo. Lamentablemente, estas resinas acrílicas presentan baja resistencia al desgaste y contracción de polimerización muy elevada y en consecuencia mucha filtración marginal. (Nodarse, 1998) (Sturdevan, 1996, p. 253)

Definición de las resinas compuestas. “Los materiales compuestos son combinaciones tridimensionales de por lo menos dos materiales químicamente diferentes, con una interfase distinta, obteniéndose propiedades superiores a las que presentan sus constituyentes de manera individual” (Anusavice, 2004,p.651).Actualmente las resinas compuestas son sin duda los materiales más utilizados en las reconstrucciones estéticas. Las resinas compuestas se han introducido en el campo de la Odontología Conservadora para minimizar los defectos de las resinas acrílicas que hacia los años 40 habían reemplazado a los cementos de silicato, hasta entonces los únicos materiales estéticos disponibles. En 1955 Buonocore utilizó el ácido ortofosfórico para incrementar la adhesión de las resinas acrílicas en la superficie adamantina. En 1962 Bowen desarrolló el monómero del Bis-GMA, tratando de mejorar las propiedades físicas de las resinas acrílicas, cuyos monómeros permitían solamente la formación de polímeros de cadenas lineales. (Bowen, 1963).Las resinas compuestas dentales, son materiales con gran densidad de entrecruzamientos polimericos, unamezcla compleja de resinas polimerizables mezcladas con particulas de relleno inorganico. Para unir las particulas de relleno a la matriz plasmatica de resina, en relleno es cubierto con un agente de conexión silano. Otros aditivos se incluyen en la formulacion para facilitar la polimerizacion, ajustar la viscosidad y mejorar la opacidad radiografica.(anusavice,2004,p.652) (Astorga & et al, 1996,p.39). Estas resinas compuestas se modifican para obtener color, translucidez y opacidad para de esa forma imitar el color de los dientes naturales , haciendo de ellas el material màs estetico de restauracion directa. Inicialmente las resinas compuestas se indicaban solo para restauracion, estetica del sector anterior, posteriormente y gracias a los avances de los materiales, la indicacion se extendio tambien al sector posterior. Estre los avances de las resinas compuestas, se reconocen mejoras en sus propiedades tales como la resistencia al desgaste, manipulacion y estetica. (Ada, 2003)

Composición de las resinas compuestas:

Matriz orgánica. Esta conformada por monomero que según la casa comercial puede ser: de alto peso molecular como BIS-GMA (Bisfenol glicidil metacrilato) , UDMA (Dimetacrilato de Uretano) y de bajo peso molecular como TEGDMA (Dimetacrilato de Trietilenglicol) y EGDMA (Dimetacrilato de Etilenglicol). El monomero de alto peso molecular tiene una alta viscosidad , lo qu vuelve al material dificil de manipular , esto se contrarresta adicionandole monomero de bajo peso. Una ventaja de los monomeros de mayor peso molecular es que sufren menos contraccion de polimerizacion.

El BIS-GMA,es el monomero mas utilizado en las resinas actuales, sobre todo por su minima contraccion de polimerizacion y su estabilidad dimensional. (Guilen, 2010,p.147) “Por otro lado, la molécula de Bis-GMA, tiene dos grupos hidroxilos los cuales promueven la sorción de agua. Un exceso de sorción acuosa en la resina tiene efectos negativos en sus propiedades y promueve una posible degradación hidrolítica” (Sarrelt, 2005).

Actualmente, monómeros menos viscosos como el Bis-EMA6 (Bisfenol A Polietileno glicol dieter dimetacrilato), han sido incorporados en algunas resinas, lo que causa una reducción de TEGDMA.

El Bis-EMA6 posee mayor peso molecular y tiene menos uniones dobles por unidades de peso, en consecuencia produce una reducción de la contracción de polimerización,confiere una matriz más estable y también mayor hidrofobicidad, lo que disminuye su sensibilidad y alteración por la humedad. (Chain, Camargo, & Andriani, 2002) “Otro monómero ampliamente utilizado, acompañado o no de Bis-GMA, es el UDMA (dimetacrilato de uretano), su ventaja es que posee menos viscosidad y mayor flexibilidad, lo que mejora la resistencia de la resina” (Fong, Dickens, & Flaim, 2005) “Las resinas compuestas basadas en UDMA pueden polimerizar más que las basadas en Bis-GMA” (Ferracane, Condon, & Suh, 1992)“Sin embargo, Soderholm y colaboradores. Indicaron que la profundidad de curado era menor en ciertas resinas compuestas basadas en UDMA debido a una diferencia entre el índice de refracción de luz entre el monómero y el relleno” (Soderholm, Achanta, & Olsson, 1993).

Fase dispersa o de relleno. “Está constituida por partículas de diferentes tamaños que dotan de propiedades mecánicas adecuadas proporcionando estabilidad dimensional a

la matriz resinosa” (Toledo, Osorio, Sanchez, & Osorio, 2009,p 772) La adición de estas partículas a matriz reduce la contracción de polimerización, la sorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica, proporcionando un aumento de la resistencia a la tracción a la compresión y a la abrasión, aumentando el módulo de elasticidad (rigidez). (Barrancos M. , 2006,p.772).

Las partículas de relleno más utilizadas son las de cuarzo o vidrio de bario y son obtenidas de diferentes tamaños a través de diferentes procesos de fabricación (pulverización, trituración, molido).Las partículas de cuarzo son dos veces más duras y menos susceptible a la erosión que el vidrio, además de que proporcionan mejor adhesión con los agentes de conexión (silano).

También son utilizadas partículas de sílice de un tamaño aproximado de 0,04mm (micropartículas), las cuales son obtenidas a través de procesos pirolíticos o de precipitación (sílice coloidal). (Bayne C. , Perspective our future in restorative dental materials, 2000) (Barrancos M. , 2006,p.774).

Agente de unión. “Para mejorar el desempeño de las resinas compuestas se agrega un agente union. el silano organico. Mediante el proceso de silinizacion, la carga inorganica es capaz de unirse quimicamente a la matriz organica, haciendo que funcionen como un cuerpo unico, habiendo transferencia de tensiones entre ellas” (Guillen x. , 2010,p.148).

Las propiedades de los composites mejoran de forma notable cuando aumenta la afinidad de relleno por la matriz de resina. La adhesion entre la resina y el relleno facilita la transferencia de cargas entre estos componentes y ofrece resistencia a la perdida de relleno de la superficie de las restauraciones, así, los egentes aglutinantes son el resultado de los esfuerzos realizados para adherir el relleno a la resina. Con este proposito, en los composites dentales y en las restauraciones de ceramicos adheridos con resina indirectas se usan habitualmente los silanos (moleculas organicas bipolares).

Las superficies de cristal, incluyendo las que se utilizan en los rellenos inorganicos captan con facilidad una capa de agua cuando son expuestas a la atmosfera.los silanos son moleculas bifuncionales compuestas por un grupo de silicona hidrolizable en un extremo y un grupo organo funcional (generalmente metacrilo) en el otro. Una vez hidrolizado, el grupo silicona en teoria se une de forma ionica al agua en la superficie

de cristal, dejando que el extremo organico libre se una covalentemente a la matriz de resina.

La mayoría de los microrrelenos y macrorrelenos que se emplean en la actualidad son tratados previamente con silano antes de incorporarlos a la resina. Como la union de silano al relleno se hidroliza facilmente, se cree que la absorcion de agua disminuye la longevidad del composite al acelerarse la perdida del relleno expuesto en la superficie de la restauracion, sin embargo, la silanacion del relleno consigue una mejora global de las propiedades fisicas del composite (Crispin, 1998,p.60).

Es importante que las partículas de relleno se unan químicamente a la matriz de resina. Esto permite que la matriz del polímero que es más flexible, transfiera las tensiones a las partículas de relleno, que son más rígidas. Un agente de acoplamiento aplicado en forma adecuada puede impartir propiedades físicas y mecánicas mejoradas y proporcionar estabilidad hidrolítica para prevenir la penetración de agua a través de la interfase relleno-resina.

Aunque también se utilizan titanatos y circonatos como agentes de acoplamiento, los agentes que más frecuentemente se usan, son los derivados de los silanos orgánicos, como el γ -metacriloxipropiltrimetoxisilano. En este estado hidrolizado, el silano contiene los grupos silanol que pueden enlazar con silanoles sobre las superficies del relleno, mediante la formación de un enlace de siloxano (S-O-Si). Por otra parte, los grupos metacrilato del componente organosilano forman enlaces covalentes con la resina cuando ésta polimeriza, por lo que se completa el proceso de acoplamiento.(Phillips, 2004,p.89).

Sistema iniciador -artículo de polimerización.El proceso de polimerizacion de los monomeros en las resinas compuestas se puede lograr de varias formas. En cualquiera de sus formas es necesario la accion de los radicales libres para iniciar la reacción. Para que estos radicales libres se generen es necesario un estímulo externo. (Yazini, Tuncer, Onen, & Kilinc, 2010)- en las resinas autocuradas el estímulo proviene de la mezcla de dos pastas, una de las cuales tiene un activador químico (amina terciaria aromática como el dihidroxietil-p-toluidina) y la otra un iniciador (peróxido de benzoílo).

En el caso de los sistemas foto-curados, la energía de la luz visible provee el estímulo que activa un iniciador en la resina (canforoquinonas, lucerinas u otras diquetonas). Es

necesaria que la resina sea expuesta a una fuente de luz con la adecuada longitud de onda entre 420 y 500 nanómetros en el espectro de luz visible. Sin embargo, el clínico debe ser cuidadoso en minimizar la exposición de luz, hasta que el material este listo para curar, de otra forma puede comenzar una polimerización prematura y el tiempo de trabajo se puede reducir considerablemente (Chavez & Saravia, 2000).

Propiedades Físicas de las resinas compuestas.

Variación dimensional térmica: Es el cambio de dimensión de un material cuando su temperatura varía. Lo que requiere es que el coeficiente del material restaurador sea lo más similar posible al de los tejidos dentarios. En caso de no ser así, al producirse una variación brusca de la temperatura intrabucal (por ejemplo, al comer un helado) el material restaurador se contraerá más que el diente, generando una tensión que puede producir una separación a nivel de interface diente-restauración con la consiguiente penetración de los fluidos bucales en este espacio. Al normalizarse la temperatura intraoral la restauración vuelve a su volumen original, expulsando de la interface los fluidos que previamente se habían infiltrado.

Esto al repetirse en el tiempo, genera un bombeo con aspiración y expulsión de fluidos y materia orgánica al interior de la interface diente-restauración. Este fenómeno se denomina percolación y puede traer como consecuencia recidivas de caries e irritación pulpar. (Torrejon P. , 2003). “ Cabe destacar que este fenómeno de percolación siempre está presente en mayor o menor medida dependiendo de la similitud de los coeficientes de variación dimensional térmica del diente y del material de restauración” (Barrancos M. , Operatoria Dental Integración Clínica, 2006,p.728) Conductividad térmica. “La conductividad térmica de una sustancia es la cantidad de calor, en calorías o joules por segundo, que pasan a través de un cuerpo de 1 cm. de espesor con una sección de 1cm²”.

La matriz orgánica de la resina compuesta y el relleno inorgánico son malos conductores térmicos, por lo tanto, ante cambios térmicos pasajeros la restauración no cambiará de temperatura tan rápidamente como la estructura dentaria.

Sin embargo, se puede apreciar que los sistemas convencionales poseen una conductividad térmica tres veces más alta que los sistemas de microrelleno, debido a la mayor conductividad del cuarzo que éstas poseen, y a la mayor probabilidad de contacto

partícula – partícula que existe al utilizar rellenos de mayor tamaño. (Graig, 1988,p.237).

Sorción acuosa. Se define como la cantidad de agua adsorbida sobre la superficie de un material y la absorbida al interior del mismo. Para las resinas compuestas la presencia de sorción acuosa se traduce clínicamente en una expansión higroscópica, la cual podemos minimizar en la medida que el monómero de la resina compuesta sea de mayor peso molecular.

Debe existir además, una buena adhesión entre la fase matriz y la fase dispersa mediante el agente de unión, ya que si ésta se encuentra deteriorada, aumenta la porción acuosa y por ende su expansión higroscópica. (Anusavice, Ciencias de los Materiales Dentales, 1988,p.283). Modulo de elasticidad. Expresa la rigidez de un material dado.

Para las resinas compuestas depende directamente de la cantidad de relleno y del grado de polimerización de la fase matriz, aumentando exponencialmente con el porcentaje de la fracción volumétrica del relleno. De esta manera, las resinas compuestas convencionales al ser más rígidas, soportan mejor las fuerzas de mordida intensas, mientras que para zonas donde predominan fuerzas de deflexión, como en la zona cervical de una pieza dentaria, funciona mejor una resina compuesta de microrelleno. (Torrejon F. , 2003,p.19).

Resistencia a la compresión y a la tracción. “Es directamente proporcional a la cantidad de relleno inorgánico presente en la resina compuesta y al grado de polimerización de la matriz” (torrejon,2003,p.19) Además , depende del tamaño de las partículas de relleno. Las resinas compuestas híbridas poseen mayor resistencia a la compresión que las de microrelleno debido a que estas últimas no logran incorporar en su masa una alta cantidad de partículas de relleno. A su vez, las resinas compuestas híbridas poseen una mayor resistencia a la compresión que las convencionales, debido a que para un mismo porcentaje de relleno, la disminución del tamaño de partícula se traduce en un incremento de la resistencia a la compresión. (Olivares, 2001,p.11).

Estabilidad de color las resinas compuestas sufren alteraciones de color debido a manchas superficiales y decoloración interna. Las manchas superficiales están relacionadas con la penetración de colorantes provenientes principalmente de alimentos y cigarrillo, que pigmentan la resina. La decoloración interna ocurre como resultado de

un proceso de foto oxidación de algunos componentes de las resinas como las aminas terciarias. (Miyagawa & Powers, 1983).“ Es importante destacar que las resinas fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas” (Dennison & Powers, 1978).

Radiopacidad. Un requisito de los materiales de restauración de resina es la incorporación de elementos radio opacos, tales como, bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio y lantano, los cuales permiten interpretar con mayor facilidad a través de radiografías la presencia de caries alrededor o debajo de la restauración.(Dennison & Powers, 1978). **Contracción de polimerización.**“La contracción de polimerización es el mayor inconveniente de estos materiales de restauración” (Feilzer, De gee, & Davidson, 1987).

Las moléculas de la matriz de una resina compuesta (monómeros) se encuentran separadas antes de polimerizar por una distancia promedio de 4 nm. (Distancia de unión secundaria), al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esa distancia se reduce a 1.5 nm (distancia de unión covalente). Ese "acercamiento" o reordenamiento espacial de los monómeros (polímeros) provoca la reducción volumétrica del material. (Braga & Ferracane, 2004).“La contracción de polimerización de las resinas es un proceso complejo en el cual se generan fuerzas internas en la estructura del material que se transforman en tensiones cuando el material está adherido a las superficies dentarias”

Clasificación de las resinas compuestas. Las resinas compuestas se pueden clasificar desde distintos puntos de vista:

Clasificación según el tipo de relleno: “A lo largo de los años las resinas compuestas se han clasificado de distintas formas con el fin de facilitar al clínico su identificación y posterior terapéutico. Una clasificación aún válida es la propuesta por Lutz y Phillips. Esta clasificación divide las resinas basado en el tamaño y distribución de las partículas de relleno en” (Lutz & Phillips, 1983).

Resinas de macrorrelleno o convencionales. “Tienen partículas de relleno con un tamaño promedio entre 10 y 50 μm ” (Bayne & Taylor, 1999) . Este tipo de resinas fue muy utilizado, sin embargo, sus desventajas justifican su desuso. Su desempeño clínico es deficiente y el acabado superficial es pobre, visto que hay un desgaste preferencial

de matriz resinosa, propiciando la prominencia de grandes partículas de relleno las cuales son más resistentes.

Además, la rugosidad influencia el poco brillo superficial y produce una mayor susceptibilidad a la pigmentación. (Phillips , Avery, Mehra, Swatz, & Mcone, 1973).“Los rellenos más utilizados en este tipo de resinas fueron el cuarzo y el vidrio de estroncio o bario” (Belvedere, 1999). “El relleno de cuarzo tiene buena estética y durabilidad, pero carece de radiopacidad y produce un alto desgaste al diente antagonista. El vidrio de estroncio o bario son radiopacos pero desafortunadamente son menos estables que el cuarzo” (Tvert & Espelid, 1986).

Resinas de microrelleno. “Estas contienen relleno de sílice coloidal con un tamaño de partícula entre 0.01 y 0.05 μm ” (Lang, Jaarda, & Wang, 1992) .“Clínicamente estas resinas se comportan mejor en la región anterior, donde las ondas y la tensión masticatoria son relativamente pequeñas, proporcionan un alto pulimento y brillo superficial, confiriendo alta estética a la restauración” (Bayne , 2000).“Entre tanto, cuando se aplican en la región posterior muestran algunas desventajas, debido a sus inferiores propiedades mecánicas y físicas, ya que, presentan mayor porcentaje de sorción acuosa, alto coeficiente de expansión térmica y menor módulo de elasticidad” (Miyasaka, 1996).

Resinas híbridas. Se denominan así por estar reforzados por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje en peso de 60% o más, con tamaños de partículas que oscilan entre 0,6 y 1 μm , incorporando sílice coloidal con tamaño de 0,04 μm . Corresponden a la gran mayoría de los materiales compuestos actualmente aplicados al campo de la Odontología (Lang et al. 1992).

Los aspectos que caracterizan a estos materiales son: disponer de gran variedad de colores y capacidad de mimetización con la estructura dental, menor contracción de polimerización, baja sorción acuosa, excelentes características de pulido y texturización, abrasión, desgaste y coeficiente de expansión térmica muy similar al experimentado por las estructuras dentarias, formulas de uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia. (Broga, Ballester, & Ferracane, 2005) (Wakefield & Kofford , 2001) (Lutz, Krejci, & Oldenburg, 1986).

Resinas compuestas microhíbridas. Con el fin de mejorar aún más las propiedades estéticas de estos materiales, y a su vez preservar las propiedades mecánicas, surgen los sistemas de resinas compuestas microhíbridas. Estos sistemas de resina compuesta están constituidos por partículas de relleno que oscilan entre los 0.04 – 3 micrones, con un promedio de tamaño que oscila entre 0.4 y 0.8 micrones. Presenta muy buenas propiedades estéticas, una alta capacidad de pulido y buena resistencia a la abrasión. (Martinez, 2005,p.82) (Graig, 1988,p.621).

Resinas de nanorelleno o nanoparticuladas. “Este tipo de resinas son un desarrollo reciente, contienen partículas con tamaños menores a 10 nm (0.01µm), este relleno se dispone de forma individual o agrupados en "nanoclusters" o nanoagregados de aproximadamente 75 nm”(Bayne,2000).“El uso de la nanotecnología en las resinas compuestas ofrecen alta translucidez, pulido superior, similar a las resinas de microrelleno pero manteniendo propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas” Por estas razones, tienen aplicaciones tanto en el sector anterior como en el posterior. (Ying , Heiss, Sharp, & Suh, 2002).

Resinas suprananoparticuladas. Este tipo de resinas compuestas ha generado mucha confusión al tratar de clasificarlas y describir sus características clínicas, pues difieren francamente de las resinas de nanorelleno. Según Vargas, actualmente se viene empleando el término “nanohíbridas”, que significa la incorporación de nanopartículas dentro de un material microhíbrido. En esencia, todo híbrido que contiene sílice pirogénico de 0.04µm = 40 nanómetros puede denominarse “nanohíbrido”. Así que, estos tipos de resinas ciertamente poseen partículas nanométricas en su composición inorgánica que oscila entre 20 a 60nm, pero a diferencia de las de nanorelleno no poseen un nanoclúster que esté formado por nanopartículas a manera de un racimo, en reemplazo de este tienen un microrelleno promedio de 0.7 micrones.

Estas partículas actuarán como soporte para las nanométricas y otorgan viscosidad al material, regulan la consistencia, dan el color y la radiopacidad. Justamente, las distintas formas de otorgar ese soporte a las nanopartículas son la diferencia más importante con respecto a los distintos desarrollos comerciales. Los aportes clínicos de estos materiales son bastantes parecidos a los de nanorelleno, pero su falencia radica en lo que refiere a la pérdida de su partícula de soporte (microhíbrido) frente a una acción abrasiva

generando un efecto de desplume completo, alterando la lisura superficial y la conservación del brillo (Tautino, 2006).

Clasificación según cronología:

Primera generación: Son las primeras resinas compuestas aparecidas en el comercio, se caracterizaron por una fase orgánica compuesta por Bis-GMA y un refuerzo de macropartículas de 8 a 10 um en promedio en forma de esferas y prismas de vidrio en un porcentaje del 70%. Mejoraron la resistencia al desgaste pero no tenían buena capacidad de pulido y se pigmentaban rápidamente. En la actualidad no se cuenta con productos comerciales de esta generación.

Segunda generación: Aumentó el porcentaje de la fase orgánica, es la generación de las resinas de micropartículas. Inicialmente se usan tamaños ligeramente mayores a 0.05 a 0.1 um de todas formas de dispersión coloidal no visible al ojo humano.

La adición de estas micropartículas coloidales forma el material extremadamente viscoso y difícil de manipular es por eso que se ha creado formas de realizarla sin que comprometa a las propiedades físicas. Con esta generación mejoraron la capacidad de pulido pero disminuyó la resistencia al desgaste al tener que aumentar la proporción de matriz.

Tercera generación: Corresponde a los híbridos, donde se incluyen en la fase inorgánica diferentes tamaños de partículas de micro y de partículas pequeñas de diferente composición química.

La mezcla de diferentes tamaños de partículas mejora considerablemente la textura y la capacidad de pulimento, problema inherente a las primeras fórmulas de macropartículas, que no podían pulirse, ocasionando superficies rugosas aptas para el anclaje de pigmentos y placa.

Cuarta generación: Corresponde al grupo de resinas compuestas las cuales vienen en alto porcentaje de refuerzo inorgánico con base en vidrios cerámicos y vidrios metálicos. Son las resinas compuestas para posteriores.

Quinta generación: Son las resinas compuestas para posteriores, para ser utilizadas en forma indirecta, procesadas en calor y presión o combinados con luz, calor, presión, etc.

Sexta generación: Son los sistemas contemporáneos llamados también resinas compuestas microhíbridas.

Séptima generación: Son resinas compuestas de nanotecnología o de nanorrelleno. (Lutz & Phillips, 1983)

3.3. Definición de términos básicos

Resistencia Compresiva. Dado que la masticación se debe, fundamentalmente, a cargas compresivas, son muy útiles los datos que nos puede entregar el estudio de la resistencia a la compresión. También resulta muy útil en el estudio de materiales frágiles que no soportan cargas traccionales, como tampoco cargas de corte, como por ejemplo las amalgamas, los cementos y las cerámicas.

En el estudio de biomateriales maleables son de menor utilidad ya que, por definición, son altamente resistentes a las tensiones compresivas; por lo tanto, son capaces de deformarse permanentemente en una gran magnitud antes de romperse. Es el caso del oro y sus aleaciones tipo I y II. Para estandarizar el estudio de la resistencia compresiva, el cuerpo de prueba debe ser cilíndrico y su altura, el doble de su diámetro.

Esto se debe a que cuando se somete un cuerpo a la compresión, su ruptura es consecuencia de una serie de tensiones muy complejas, que se generan en el seno del cuerpo. Esto se puede ver en la imagen No 12, que muestra un corte transversal de un cilindro recto, sometido a una compresión. Como se puede observar, las cargas compresivas actúan en la ruptura de un cuerpo cilíndrico generando dos tipos de tensiones: las de cizallamiento y las traccionales.

Las primeras adoptan forma de cono en ambas superficies del cuerpo, y las segundas, se generan desde la parte central del cilindro hacia las paredes laterales. (Steenbeker, 2006,p.124)

Calculo de la Resistencia Compresiva. Ya sabemos que los cuerpos ante cargas opuestas se deforman y se rompen. Estas deformaciones y rupturas no solo dependen de la naturaleza del biomaterial del cual se encuentran formados y de la carga aplicada, sino también de la forma del cuerpo. Para evitar que el factor forma del cuerpo influya en los experimentos que miden cargas o tensiones y deformaciones, se ha estandarizado la forma y dimensiones de los cuerpos de prueba, llamadas también probetas de ensayo.

Por lo general, son cuerpos cilíndricos, cuyo alto es el doble de su diámetro. Pensemos en una probeta confeccionada en una resina compuesta o composite, de 6mm de diámetro y 12mm de altura, a la que someteremos a una fuerza compresiva en una máquina de ensayo universal, que progresivamente ira aumentando (Steenbeker ,2006, p.128)

Resina compuesta. Se trata de una estructura nucleada donde la fase orgánica es continua y reactiva, y la inorgánica, discontinua e inerte; el vinyl-silano es responsable de la unión de las dos fases. Este diseño de Bowen se mantuvo a lo largo de los años. los cambios en la parte inorgánica fueron relativamente pequeños, como la incorporación de moléculas de menor viscosidad (UDMA) que disminuyen la contracción de polimerización (Lanata,2008, p.77).

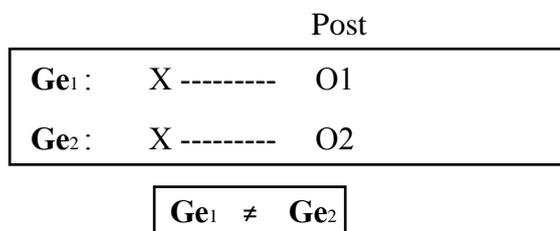
IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Tipo y Diseño de investigación

La presente investigación fue de enfoque cuantitativo; de nivel aplicativo comparativo; de tipo: Según la intervención del investigador fue experimental; según la planificación de la toma de datos fue prospectivo; según el número de ocasiones en que se midió la variable de estudio fue transversal y según el número de variables de interés fue analítico. (Supo, 2015, pp. 2 - 19).

De enfoque cuantitativo porque permitió cuantificar los datos mediante el uso de la estadística. De nivel relacional comparativo porque permitió comparar y relacionar las variables estudiadas. Tipo de investigación: pre-experimental el objetivo se centró en controlar el fenómeno de resistencia a la fractura por fuerza compresiva y se manipularon las variables; Prospectivo porque los datos se recolectaron de fuentes primarias. Transversal por que las variables se midieron en una sola ocasión. Analítico porque el análisis estadístico fue bivariado y permitió contrastar las hipótesis de ambas muestras de estudio.

Diseño de investigación: Aplicativo comparativo, cuyo diagrama es el siguiente:



Simbología usada en esquema:

- **Ge₁** : Grupo experimental resina dental nanoparticulada.
- **Ge₂** : Grupo experimental resina dental suprananoparticulada.
- O1: observación después de someterse a resistencia compresiva **Ge₁**.
- O2: observación después de someterse a resistencia compresiva **Ge₂**.
- X: Variable (Estímulo aplicado al grupo experimental)
- = ó ≠: igual o diferente.

4.2. Población, muestra y muestreo

4.2.1. Universo muestral.

El presente trabajo de investigación, fue conformado por 8 probetas de resinas dentales nanoparticuladas y 8 probetas de resinas dentales suprananoparticuladas. Según a las especificaciones de la Organización Internacional de Estandarización (ISO), la cual, recomienda que, para los ensayos de resistencia compresiva, por cada material se debe trabajar por lo menos con ocho (8) probetas (ISO 3597-3).

a) Criterios de inclusión:

Materiales restauradores definitivos de Resina Compuesta fotopolimerizables :

- Nanoparticuladas.
- Suprananoparticuladas.

Solo ingresaron las resinas que cumplieron con los requisitos mínimos de calidad y con las medidas establecidas, totalmente lisos y planos en su superficie sin defectos estructurales como líneas de fracturas y burbujas. Las resinas dentales nanoparticuladas y suprananoparticuladas, por lo que cada probeta de resina fue calibrada por un Vernier para que cumplieran las medidas requeridas, luego fue inspeccionada cada muestra al detalle para evitar los defectos estructurales antes mencionados.

b) Criterios de Exclusión:

- a. Resina compuesta fluida.
- b. Resina compuesta híbrida condensable.
- c. Resina compuesta autopolimerizable.
- d. No ingresaron aquellas resinas que no cumplieron con los requisitos mínimos de calidad y con las medidas establecidas.

4.3. Métodos, técnicas e instrumentos

4.3.1. Métodos de Investigación

Durante el proceso de investigación, se emplearon los siguientes métodos científicos:
Hipotético – Deductivo: Que nos permitió explicar desde la realidad concreta de lo particular a lo general.

Análisis - síntesis; pre-experimental, a fin de manejar apropiadamente la información a obtenerse el desarrollo de la investigación y que están referidas a las variables de estudio.

4.3.2 Técnicas e instrumentos

Técnica: Para recolectar los datos se utilizó la técnica de la observación:

Se hizo la prueba de ensayo de resistencia comprensiva en probetas de ensayo según ISO 3597-3 de esa manera dimos la confiabilidad y el estándar mínimo de calidad al trabajo de investigación y llenado de una ficha de datos por la investigadora quien estuvo presente en los ensayos de investigación.

Instrumentos: Para recabar la información se utilizó como instrumento:

la Máquina de ensayo Universal para realizar la prueba de ensayo, cuyo manejo estuvo a cargo del ingeniero y todos los datos fueron registrados en la ficha de recolección de datos que fue entregada al ingeniero para la elaboración del informe.

4.4. Procedimiento. En este trabajo de investigación la información necesaria se hizo a través de los siguientes pasos:

Condiciones del Ambiente de Trabajo:

La primera parte del trabajo se realizó en el ambiente de pabellón de laboratorios de ingeniería agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, donde se elaboraron 8 probetas de resinas dentales nanoparticuladas y 8 probetas de resinas dentales suprananoparticuladas, con iluminación artificial y en horario diurno con la finalidad de que el calor del medio ambiente no pueda alterar los materiales a trabajar.

La segunda parte de la investigación se realizó en el Laboratorio de Inversiones Licera, donde se realizaron las pruebas de resistencia a la compresión de las 16 probetas de ensayo.

Características de las Probetas de Ensayo:

Según ISO 3597-3, las probetas de ensayo tuvieron que tener forma cilíndrica, las bases de diámetro (d) 6mm +/- 1mm y tuvieron que ser paralelas, una altura (L) que se tuvo que ajustar a la ecuación $L = (0,625) (d^2)$. El molde más próximo a cumplir

estas dimensiones y el cual se empleó en el presente estudio fue la jeringa tuberculina, la cual fue de plástico y no fue necesario usar la aguja.

La jeringa para tuberculina tiene un diámetro de 5mm con lo cual se preparó las probetas y la altura la acondicionamos de acuerdo a la fórmula descrita líneas más arriba, de tal manera que para un diámetro de 5mm es necesario una altura de 15mm.

La preparación de las probetas de ensayo se realizó en dos sesiones en horario diurno de las 15:00 horas, por presentar baja temperatura ambiental, de tal forma que se pueda evitar cualquier alteración que podría afectar la preparación de las probetas.

Para los grupos 1 y 2 se calibro la jeringa con la ayuda del Pie de Rey (Vernier Caliper) con una aproximación de 0,01mm y una distancia de 15 mm lo cual representó la longitud de las probetas. Se usó el émbolo de jeringa tuberculina para presionar la resina y evitar la formación de burbujas en el interior de las probetas, luego se procedió a fotopolimerizar al finalizar para evitar los excesos se utilizó en los extremos matriz celuloide y nos apoyamos en una platina de vidrio de tal manera que todos los excesos sean eliminados.

Formación de grupos

Se formaron dos grupos:

Grupo 1 : Formado por 8 probetas de resina compuesta nanoparticuladas espe filtek z350 xt.

Grupo 2 : Formado por 8 Probetas de resina compuesta suprananoparticuladas palfique lx5 tocuyama.

Se separó cada grupo en 2 cajas petri diferentes para evitar combinar las probetas.

La prueba de ensayo

La prueba de ensayo de resistencia a la compresión se realizó en una máquina de ensayo universal, antes de realizar la prueba se tomaron las dimensiones a las 16 probetas con un calibrador Vernier, luego el ingeniero procedió a manejar el equipo y los resultados de cada análisis fueron anotados en la ficha de recolección de datos, todo esto con la supervisión del ingeniero.

4.5. Análisis de datos

Luego de haber realizado el test compresivo, los datos recogidos fueron registrados en sus respectivas fichas de recolección de datos (Ver anexo V)

Se realizó un procesamiento electrónico de los datos empleando para ello el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) – 23.0. siendo procesados los datos mediante la utilización de una computadora. Primero se organizaron los datos en tablas, figuras y gráfico, hallando valores de media, mediana varianza y desviación estándar.

Antes de comparar las medias de resistencia a la compresión entre los tipos de resina compuesta nanoparticuladas y suprananoparticuladas, primero se aplicó la prueba de Shapiro - Will por ser una muestra menor a 50 especímenes, para evaluar si los datos tenían una distribución normal, a un nivel de significancia $p < 0.05$.

Posteriormente los datos fueron sometidos a la prueba paramétrica T student, la cual asume normalidad en los datos con un nivel de significancia de $p < 0.05$ y un nivel de confianza del 95%.

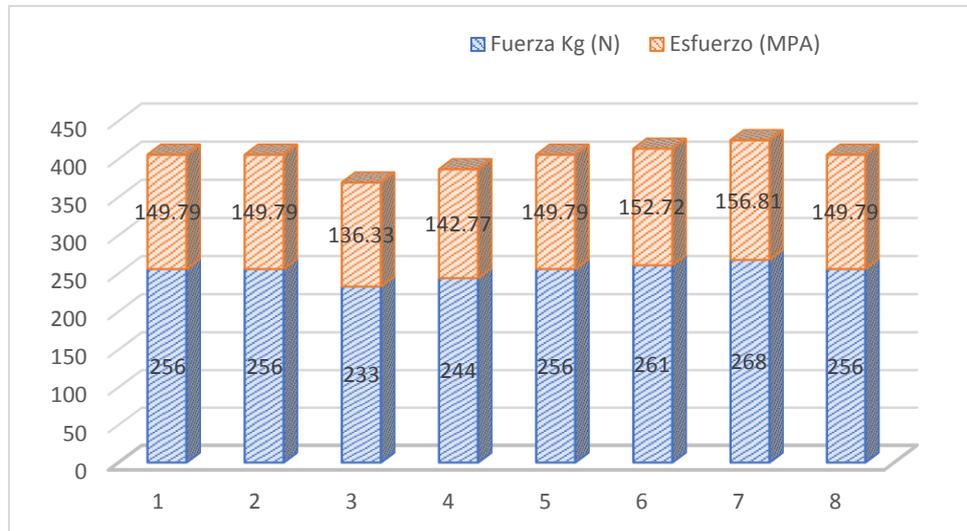
V. RESULTADOS

Tabla 1: Resistencia por fuerza compresiva in vitro de la resina dental nanoparticuladas, chachapoyas -2018.

| Grupo 1: Espe-Filtek z350 xt | | |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Probeta | Fuerza Kg.(N) | Esfuerzo (Mpa) |
| 1 | 256 | 149.79 |
| 2 | 256 | 149.79 |
| 3 | 233 | 136.33 |
| 4 | 244 | 142.77 |
| 5 | 256 | 149.79 |
| 6 | 261 | 152.72 |
| 7 | 268 | 156.81 |
| 8 | 256 | 149,79 |

Fuente: Ficha de registro de datos elaboración propia

Figura 1: Resistencia por fuerza compresiva in vitro de la resina dental nanoparticuladas, chachapoyas -2018.



Fuente: Ficha de registro de datos elaboración propia.

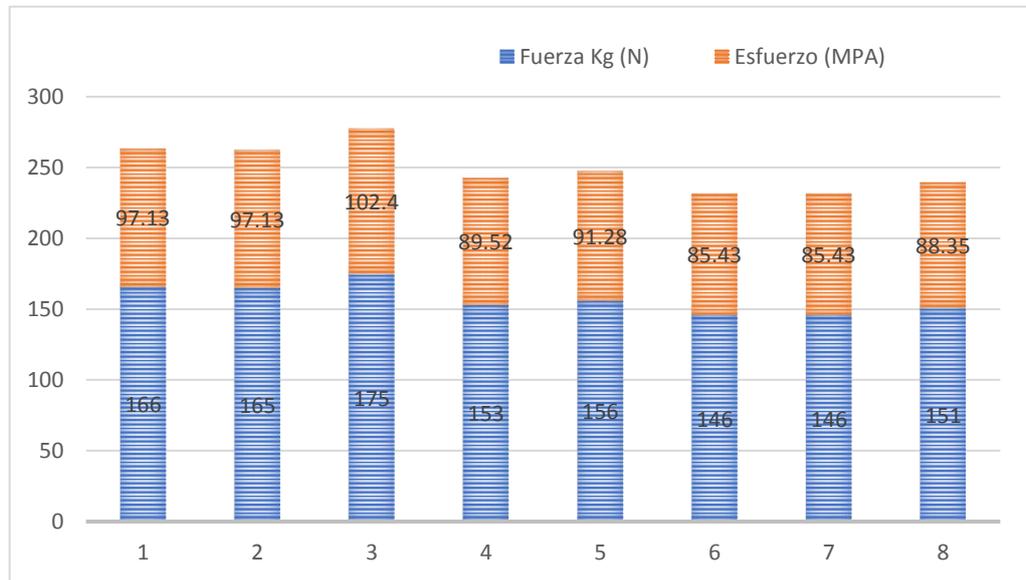
En la tabla y figura 1, Se observan los valores de la resistencia compresiva de la resina nanoparticulada espe filtek z350 xt, en Megapascuales (Mpa), de cada una de las 08 probetas que fueron sometidas a la prueba de ensayo. **Probeta 1**= fuerza 256 Kg.(N) **Probeta 2**= fuerza 256 Kg.(N) **Probeta 3**= fuerza 233 Kg.(N) **Probeta 4**= fuerza 244 Kg.(N) **Probeta 5**= fuerza 256 Kg.(N) **Probeta 6**= fuerza 261 Kg.(N) **Probeta 7**=256 Kg.(N) **Probeta 8**= fuerza 256 Kg.(N), a partir de ello observamos el valor de la media (**148, 47 Kg.(N)**) que será determinante al momento de comparar los grupos de estudio.

Tabla 2: Resistencia por fuerza compresiva in vitro de la resina dental suprananoparticuladas, chachapoyas -2018.

| Palpique Lx5 Tocuyama | | |
|------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Probeta | Fuerza Kg.(N) | Esfuerzo (Mpa) |
| 1 | 166 | 97.13 |
| 2 | 165 | 97.13 |
| 3 | 175 | 102.4 |
| 4 | 153 | 89.52 |
| 5 | 156 | 91.28 |
| 6 | 146 | 85.43 |
| 7 | 146 | 85.43 |
| 8 | 151 | 88.35 |

Fuente: Ficha de registro de datos elaboración propia

Figura 2: Resistencia por fuerza compresiva in vitro de la resina dental suprananoparticuladas, chachapoyas -2018.



Fuente: Ficha de registro de datos elaboración propia

En la tabla y figura 2, Se observan los valores de la resistencia compresiva de la resina suprananoparticulada Palfique 1x5 Tocuyama en Megapascales (Mpa), de cada una de las 08 probetas que fueron sometidas a la prueba de ensayo. **Probeta 1**= fuerza 166 Kg.(N) **Probeta 2**= fuerza 165 Kg.(N) **Probeta 3**= fuerza 175 Kg.(N) **Probeta 4**= fuerza 153 Kg.(N) **Probeta 5**= fuerza 156 Kg.(N) **Probeta 6**= fuerza 146 Kg.(N) **Probeta 7**=146 Kg.(N) **Probeta 8**= fuerza 151 Kg.(N) a partir de ello observamos el valor de la media (**92,09 Kg.(N)**) que será determinante al momento de comparar los grupos de estudio el cual nos servirá para comparar los resultados obtenidos en ambos grupos luego de realizar la prueba de normalidad.

Tabla 3: Prueba de Shapiro Will

| Grupo | Shapiro-Wilk | | |
|-------------------------------------|---------------------|----|-------------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Esfuerzo espe filtek z350 xt | ,880 | 8 | ,187 |
| palfique lx5 tocuyama | ,912 | 8 | ,370 |

Fuente: Ficha de registro de datos elaboración propia

En la Tabla 3 se puede observar que se aplicó la prueba de Shapiro – Will para determinar la normalidad de los datos con un nivel de significancia de $p < 0.05$, donde se obtuvo que la significancia es mayor a 0.05 en ambos grupos, por lo que sí existe una distribución normal.

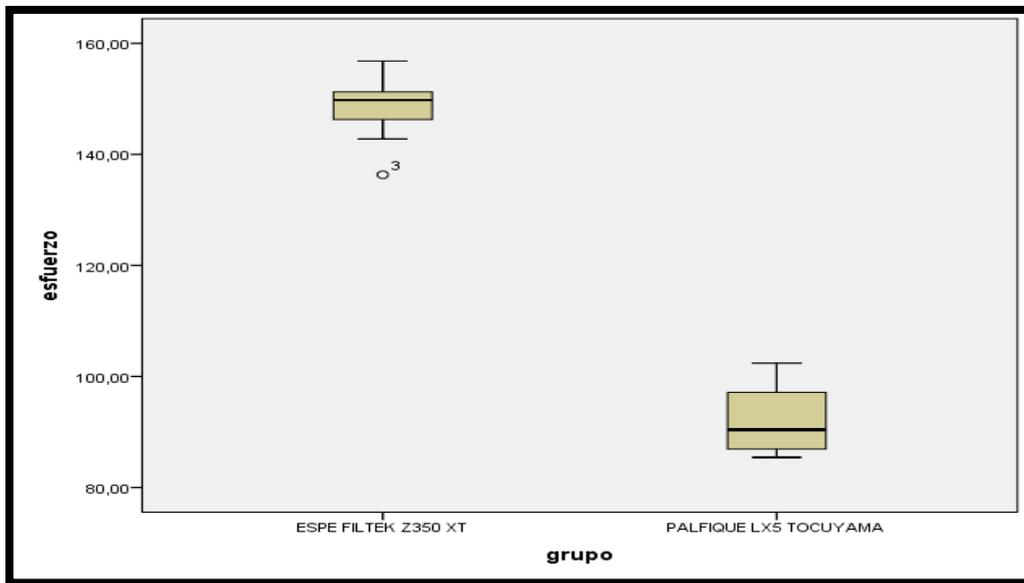
Tabla 4: Prueba T de student muestras independientes

| | | PRUEBA T PARA LA IGUALDAD DE MEDIAS | | | | | | | | | |
|----------|--------------------------------|--|------|-------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|--|
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior | |
| Esfuerzo | Se asumen varianzas iguales | ,129 | ,725 | 18,14 | 14 | ,000 | 56,3800 | 3,10795 | 49,7141 | 63,0459 | |
| | No se asumen varianzas iguales | | | 18,14 | 13,99 | ,000 | 56,3800 | 3,10795 | 49,7139 | 63,0460 | |

Fuente: Ficha de registro de datos elaboración propia

En la tabla 4 se puede observar que se aplicó la prueba T de Student, una prueba estadística paramétrica, para ver si hay diferencia significativa entre los dos grupos de estudio; donde se determinó que sí existe diferencias significativas entre ambos grupos ya que obtuvimos una significancia bilateral menor a 0.05.

Figura 3: De caja y bigotes para comparar medias.



Fuente: Ficha de registro de datos elaboración propia.

En la figura 3 se puede observar que se elaboró un figura de caja y bigotes donde se observa que el grupo 1 de resina nanoparticulada espe filtek z350 xt. tenía mayor resistencia compresiva **Media de 148.47** mpa superior que el grupo 2 de resina suprananoparticulada palfique lx5 tocuyama con una **Media de 92.09**.

VI. DISCUSIÓN

Los resultados nos permitieron comparar el esfuerzo (resistencia compresiva) de las resinas compuestas nanoparticuladas y suprananoparticuladas de dos marcas comerciales distintas, siendo la resina ESPE FILTEK Z350 XT – 3M la que mayor resistencia a la compresión presentaba con una media de 148.47 Mpa Tabla 1; Seguida por PALFIQUE LX5 TOCUYAMA con una media de 92.09 Mpa Tabla 2; Afirmando que nuestros valores obtenidos son significativamente distintos, lo que nos asegura el éxito del tratamiento al utilizar cualquier marca comercial para obturar las piezas dentarias del sector posterior. Teniendo en cuenta que dentro de las resinas analizadas la Z350 XT – 3M presentó superioridad en el esfuerzo (resistencia a la fractura por fuerza compresiva), se recomienda el uso de las resinas nanoparticuladas Z350 XT – 3M para el tratamiento estético de las piezas dentarias posteriores y de preferencia la resina PALFIQUE LX5 TOCUYAMA para el tratamiento estético de las piezas dentarias anteriores.

Estudios similares lo realizó Meenakumari, C.(2018), donde se probaron muestras de cinco resinas nano compuestos posteriores SureFil SDR, ClearFil Majesty, Ever X, Tetric Evo Ceram bulk fill y Filtek Z350 que se sometieron a ensayos mecánicos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, módulo de flexión y nano dureza. se concluyó que hubo diferencias significativas entre las resinas. A causa de las diferencias en porcentaje y tipo de partículas de relleno. Al comparar con nuestros resultados la resina nanoparticulada Filtek Z350 XT-3M es la de mejor resistencia compresiva en comparación a otras resinas figura 3 y que existió similitud de resultados en la resistencia a la fractura por fuerza compresiva de la resina Filtek Z350 XT-3M que también es la resina de estudio en nuestra investigación, también obtuvo valores altos en las propiedades a excepción en comparación con la resina Ever X, siendo una resina que no es comercializada en nuestro país y por lo tanto no es posible compararlo.

Hamburger, et al. (2014), realizaron la investigación, en el cual el objetivo de este estudio fue investigar la resistencia a la compresión de materiales compuestos con diferentes propiedades físicas unidas como una restauración de la dentina en capas de diferentes grosores, cuando se colocan restauraciones que están muy cargadas, como en pacientes con desgaste severo debido al bruxismo, puede ser recomendable elegir un material que sea adecuadamente resistente en todos los grosores y también es de mucha importancia; la elección del material restaurador, de esto podemos deducir que para tener éxito en las restauraciones también debemos tener en consideración el tipo de paciente que atendamos y el grosor de restauración que vamos a colocar en una cavidad.

Las propiedades físicas son de mucha importancia en un material restaurador, como es el caso de las resistencia compresiva y resistencia a la flexión. En nuestra investigación utilizamos resinas de dos generaciones distintas que nos mostraron resultados de muy buena resistencia compresiva siendo ganadora la resina nanoparticuladas Figura 3 con los resultados obtenidos se recomienda que la resina nanoparticulada z350 es la de mejor elección juntos a un ionómero de vidrio que también tenga las mejores propiedades físicas. Li, et al. (2015), Quienes desarrollaron la investigación mediante un estudio de comparación sobre resistencia a la flexión, resistencia a la compresión e influencia del modo de doble curado de cuatro cementos de ionómero de vidrio de cementación modificados con resina. Se Concluyo que NR tiene una mayor resistencia a la flexión y resistencia a la compresión en comparación con los otros tres materiales. Además, el modo de curado puede afectar la resistencia a la flexión de RMGIC de doble curado porque con el modo de fotopolimerización, la resistencia a la flexión es más alta que con el modo de curado químico. Es por ello que cuando se realice una restauración que requiera la utilización de una base ionomérica (Protector pulpar) se debe tener en consideración que el ionómero de vidrio debe tener similares características con referencia a sus propiedades físicas, ya que el ionómero y las resina compuesta se combinarán al obturar la cavidad del diente.

Las resinas compuestas al ser sometidas al efecto de termociclado no harán que las diferencias existentes en la resistencia compresiva sean modificadas, por lo que no habrá ningún inconveniente al someter las resinas compuestas al envejecimiento acelerado y luego de ello comparar sus propiedades físicas, esto lo podemos deducir del trabajo de

investigación hecho por Rohr y Fischer. (2017), Quienes realizaron un estudio sobre el efecto del envejecimiento en la resistencia a la tracción indirecta y la resistencia a la compresión de 7 cementos compuestos de resina de doble curado (Multilink Automix, Multilink SpeedCem, RelyX Ultimate, RelyX Unicem 2 Automix, Panavia V5, Panavia SA Plus, Harvard Implant semipermanente). Las muestras obtuvieron que la resistencia a la tracción indirecta varió de la resistencia a la compresión. En su investigación el envejecimiento termocíclico se puede considerar un método adecuado para simular la degradación de la resistencia a la tracción indirecta pero no la resistencia a la compresión de los cementos compuestos de resina.

Tafur (2016). Realizó su trabajo de investigación en la Universidad Nacional Federico Villarreal in vitro donde tuvo como objetivo determinar la resistencia a la fractura por compresión de resinas compuestas nanohíbridas para restauraciones estéticas directas in vitro de tres marcas comerciales; Concluyó en su investigación que las resinas ESPE FILTEK Z250 XT, BRILLIANT NG – COLTENE – 3M, TETRIC N-CERAM – IVOCLAR presentaron una media en la resistencia compresiva de 261,22 Mpa; 219,07 Mpa; 235,27 Mpa respectivamente, por lo cual, el autor concluyó que el grupo de resinas nanohíbridas Z250 XT – 3M presenta mayor resistencia a la compresión que las demás resinas compuestas nanohíbridas anteriormente mencionadas. El autor utilizó el ISO 3597-3 el mismo que se utilizó en nuestro trabajo de estudio. En nuestros resultados se obtuvo una media en la resistencia compresiva en la resina nanoparticulada de 148.47 Mpa (Tabla 1) y en el trabajo de investigación anterior una media en la resistencia compresiva de 261,22 Mpa, esto se puede deber a que en el trabajo de investigación las máquinas universales utilizadas fueron distintas y puede ser ésta la causa de resultados de las medias con mucha diferencia, aparte la manipulación de la resina fue realizada por distinto operado y siendo la resina un material muy sensible esto ocasiona una gran diferencia entre los resultados.

Huayhua, E. (2013), Quien desarrollo su investigación, realizó una comparación in vitro de la resistencia compresiva de 2 tipos de resinas compuestas, evaluando 2 microhíbridas y 2 nanohíbridas teniendo 15 muestras cilíndricas por cada grupo, obteniéndose como resultado que la resistencia compresiva de la resina microhíbrida TPH SPECTRUM fue mayor que la microhíbrida Z250 y las nanohíbridas TPH3 y Z250

XT, mientras que los 3 últimos grupos antes mencionados presentaron resistencia compresiva similar, concluye en su investigación que si existe diferencia significativa en la resistencia compresiva de la resina microhíbrida TPH SPECTRUM con la resina microhíbrida Z250 y con las nanohíbridas TPH3 y Z250 XT. Al comparar nuestros resultados con este trabajo de investigación nos podemos dar cuenta que aún seguimos teniendo similitudes en el esfuerzo obtenido durante el ensayo de resistencia compresiva, en este caso la resinas Z250 XT-3M que también es de la misma marca que la resina nanoparticuladas Z350 XT-3M también existió superioridad de característica física al ser comparada con una resina suprananoparticuladas Figura 3.

VII. CONCLUSIONES

1. El grupo de resinas suprananoparticuladas palfique lx5 tocuyama presentó menor resistencia a la compresión que las demás resinas compuestas nanoparticuladas comparadas,
2. El grupo de resinas nanoparticuladas Z350 XT – 3M presentó mayor resistencia a la compresión que las demás resinas compuestas suprananoparticuladas comparadas.
3. La resina filtek z350 xt tiene una de las mejores propiedades físicas y mas importantes en comparación a otras resinas suprananoparticuladas.
4. La resina palfique tocuyama podemos utilizarla en restauraciones estéticas del sector posterior por presentar una baja resistencia a la fractura por fuerza compresiva.
5. La resina filtek z350 xt podemos utilizarla tanto para restauración estéticas en el sector posterior como en el sector anterior sin ningún riesgo de posibles fracturas frente a los tratamientos restauradores.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar la resina nanoparticulada filtek Z350 xt para restauraciones estéticas posteriores y la resina palfique suprananoparticulada sólo para restauraciones estéticas anteriores.
- Se recomienda realizar la resistencia compresiva de resinas compuesta nanoparticuladas con utilización de modeladores de resinas y ver si estas interfieren en sus propiedades físicas.
- Debido a la diversidad de tipo de resinas compuestas y gran variedad de marcas comerciales, se recomienda antes de su uso, un respaldo de sus propiedades mecánicas en los diversos trabajos de investigación, debido a que se encontró en los 2 grupos de resinas compuestas valores de resistencia compresiva diferentes.
- Realizar más estudios no solo comparando esta propiedad sino otras como resistencia a la flexión, microdureza, tensión diametral entre otras.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ada, J. (2003). American dental association: Jada. New York, EE.UU. Recuperado de <http://www.jada.ad.org/article>.
- Anusavice, K. (1988). *Ciencias de los Materiales Dentales* (10ma ed.). Madrid, España: El Seiver.
- Anusavice, K. (2004). *Phillips Ciencias de los Materiales Dentales* (11va ed.). Madrid, España: Elseiver.
- Astorga, C., & et al. (1996). *Texto de los Biomateriales Odontológicos* (1ra ed.). Santiago, Chile: Astorga.
- Barrancos, J. (1999). Operatoria Dental. En J. Barrancos, *Operatoria Dental* (3ra ed., pág. 2). Buenos Aires, Argentina: Medica Panamericana.
- Barrancos, M. (2006). *Operatoria Dental Integración Clínica* (4ta ed.). Buenos Aires, Argentina: Medico Panamerica.
- Bayne, C. (2000). Perspective our future in restorative dental materials. *J Esthetic Dent*, 12(1), 175-183.
- Bayne, S., & Tailor, D. (1999). *Arte y Ciencia Operatoria Dental* (3ra ed.). Madrid, España: Harcourt Brace.
- Belvedere, P. (1999). Posterior composites experiencing growth trend. *Dentistry Today*, 30(6), 44-47.
- Bowen, R. (1963). Properties of a Silica. *Reinforced polymer for dental restorations*, 66(1), 57-64.
- Braga, R., & Ferracane, J. (2004). Alternatives in polymerization contraction stress management crit. rev. oral. *Biol Med.*, 15(3), 176-184.
- Broga, R., Ballester, R., & Ferracane, J. (2005). Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites, a systematic review. *Dent Mater*, 21(1), 962-970.
- chain, m., & bartorier, l. (2001). *restauraciones esteticas con resinas compuestas en dientes posteriores* (1ra edicion ed.). san paulo, brasil: artes medicas L.T.D.A.
- Chain, M., Camanrgo, C., & Andriant, O. (2002). Dominando os desejos e controlando as expectativas. *Estetica*, 3(4), 25-32.
- Chavez, J., & Saravia, R. (2000). Estudio Comparativo in Vitro de la microfiltración utilizando un Sistema autograbador imprimante con y sin grabado ácido previo de la cavidad. *Goc Odontol*, 2(4), 17-20.
- Crispin, B. (1998). *Bases prácticas de la Odontología Estética* (1ra ed.). Barcelona, España: Mason S.A.

- Dennison, J., & Powers, J. (1978). Prediction of color of an esthetic restorative material. *J Dent Res*, 581.
- De Paula, A., et al. (2018). Synthesis and application of triclosan methacrylate monomer in resin composites. *Springer*, 10(7). 124-129. doi:org/10.1007/s00784-018-2521-z
- Dietschi, D., Magne, P., & Holz, J. (1994). Recent trends in esthetic restorations for posterior teeth. *Quintessence int*, 10(1), 659-677.
- Emanieh, S., et al. (2014). Effect of cusp coverage and water storage on compressive strength of composite restorations of premolars. *Clin*. 10(4). 341-345. doi:10.4313/jced.54668
- Feilzer, A., De gee, A., & Davidson, C. (1987). setting stress in composite restorations in relation to the configuration of the restoration. *J Dent Res*, 66(1), 1636-1639.
- Fejerskov, O., Nyvad, B., & Kiddy, E. (2015). *Dental Caries, the disease and its clinical monogement* (3ra ed.). London: willey blackwell.
- Ferracane, J., Condon, J., & Suh, B. (1992). Effect of filler on degree of conversion of resins. *J Dent Rest*, 71(1), 598.
- Fong, H., Dickens, S., & Flaim, G. (2005). Evaluation of dental restorative composites containing polyhedral oligomeric silsesquioxane methacrylate. *Dent Mater*, 21(6), 520-526.
- Graig, R. (1988). *Materiales dentales restauradores* (7ma ed.). Buenos Aires, Argentina: Mundi S.A.I.C.
- Hamburger, J., et al. (2014). Effect of thickness of bonded composite resin on compressive strength. Elsevier. 10(6). 133.137. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jmbbm.2014.05.008
- henostroza, g. (2006). *estetica en odontologia restauradora* (1ra edicion ed.). lima, peru: ripano.
- henostroza, n. (2007). *odontologia restauradora y estetica* (1ra edicion ed.). Lima, Peru: Multi Impresos S.A.
- Huayhua, E. (2013). *estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhibridas y nanohibridas* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, lima, Perú.
- Lanata, E. (2008). *Atlas de Operatoria Dental* (1ra ed.). Buenos Aires, Argentina: Alfa Omega.
- Lang, B., Jaarda, M., & Wang, R. (1992). Filler porticle size and composite resin classification systems. *J Oral Rehabil*, 19(1), 569-584.
- Leinfelder, K. (1985). Composite Resins. *Dent Clin north amer*, 29(2), 359-372.
- Li, Y., et al. (2015). A comparison study on the flexural strength and compressive strength of four resin-modified luting glass ionomer cements. *Medical*. 10(3) 151-159. doi:10.3233/BME-151284

- Lutz, F., & Phillips, R. (1983). a classification and enaluation of composite resin system. *Journd Prosthetic Dental*, 20(11), 480- 481.
- Lutz, F., Krejci, I., & Oldenburg, T. (1986). Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations. *A new restorative technique Quintessence int*, 17(1), 177.784.
- Manhart, J., Garcia, F., & Hickel, R. (2002). Direct posterior restoration, clinical result and new developments. *J Dent. Di. N.Am.*, 303-339.
- Martinez, V. (2005). *Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la tension diametral de una resina compuesta fotopolimerizado con una lampara LED y una lampara halogena convensional(tesis de grado)*. Universidad de Chile, Santiago-Chile.
- Meenakumari, C. (2018). Evaluation of mechanical properties of newer nanoposterior restorative resin composites. An In vitro study. *Chitradurga* ,9(5).142-146. doi:10.4103/ccd_160_18
- Miyagawa, Y., & Powers, J. (1983). Prediction of color of an esthetic restorative material. *J Dent Res*, 581.
- Miyasaka, T. (1996). Effects of shape and size of silanated fillers on mechanical properties of experimental photo cure composite resins. *J Dent Materials*, 15(1), 98-110.
- Nodarse, M. (1998). Composicion y Clasificacion de los Composites Dentales Restaurativos. *Ciencia Medicas de Cuba*, 29-35.
- Olivares, R. (2001). *Grado de infiltracion marginal existentes entre dientes y las restauraciones de resinas compuestas frente a distintos patrones de fotopolimerizacion (tesis de grado)*. Universidad de Chile, Santiago-Chile.
- Phillips , R., Avery, D., Mehra, R., Swatz, M., & Mcone, R. (1973). Observations on a composite resin for class II restorations: three-years resport. *Prost Dent*, 30(6), 891-897.
- Phillips, R. (2004). *Ciencias de los Materiales Dentales* (11va ed.). Madrid, España: Elsevier.
- robenson, e. (1996). *operatoria dental arte y ciencia* (3ra edicion ed.). madrid, españa: mosby.
- Rohr,N & Fischer,J. (2017).Effect of aging and curing mode on the compressive and indirect tensile strength of resin composite cements.Head .13(01).22-24.doi:10.1186/s13005-017-0155-z
- robenson, t., heyman, h., & sturdevant, j. (1996). *Operatoria Dental Arte y Ciencia* (3ra ed.). Madrid, España: mosby.
- Saldarriega, A., & et al. (2009). Prevalencia de Caries Dental en Preescolares con Denticion Decidua Area Metropolitana de Balle de Aburra. *Ces Odontologia*, 22(2), 27-34.
- Sarrelt, D. (2005). Clinical challenges and the relavance of materials testing for posterior composites restorations. *Dental Materials*, 21(1), 9-20.

- Sidney, k., & August, B. (2008). *Invisible restauraciones esteticas* (1ra ed.). San Paulo, brasil: Dental press.
- Simon, A. (2015). Solving the etiology of dental caries. *Thends Microbiol*, 23(2), 76-85.
- Soderholm, K., Achanta, S., & Olsson, S. (1993). Variables affecting the depth of eure of composite. *J Dent Res*, 72(1), 138.
- Steenbeker, O. (2006). *Principios y bases de los biomateriales en Operatoria Dental estetica y adhesiva* (1ra ed.). valparaiso, Chile: Universidad valparaiso.
- Sturdevan, C. (1996). *Operatoria Dental* (3ra ed.). Madrid, España: Mosby.
- Tafur,N.(2016).Resistencia a la fractura por fuerza compresiva de resinas compuestas nanohíbridas para restauraciones estéticas directas in vitro (Tesis de pregrado) Universidad Nacional Federico Villareal.Lima Perú.
- Tautino, A. (2006). *Evolucion in vitro de la microdureza superficial de una resina compuesta microhibrida, una resina compuesta fluida y un cemento ionomero vitreo de restauracion frente a la accion de una bebida carbonatada (tesis de grado)*. Universidad Mayor de San Marcos, Lima-Peru.
- Toledo, M., Osorio, R., Sanchez, F., & Osorio, E. (2009). *Arte y Ciencia de los Materiales Odontologicos* (1ra ed.). Madrid, España: Avances.
- Torrejon, F. (2003). *Analisis de la brecha marginal generadora en restauraciones de resina compuesta con dos patrones de fotopolimerizacion distintas (tesis de grado)*. universidad de chile, Santiago-Chile.
- Tvert, A., & Espelid, I. (1986). Radiographic diagnosis of caries and marginal defect in connection with radiopaque composite fillings. *Dent Mter*, 2(1), 156-162.
- Uribe, E. (1990). *Operatoria Dental Ciencia y Practica* (1ra ed.). Madrid, España: Avances Medico Dentales S.L.
- Wakefield, C., & Kofford , T. (2001). Advances in restorative materials. *Dent clin North am*, 45(1), 7-29.
- Yazini, A., Tuncer, D., Onen, A., & Kilinc, E. (2010). Effects of delayed finishing on surface oughness, hardness and gloss of tooth coloured restorative materials. *Europeen Journd Of Dentistry*, 4(1), 50-56.
- Ying , R., Heiss, M., Sharp, L., & Suh, B. (2002). Development and physical properties of a new low shrinkage composite. *J Dent Res*, 80(1), 514-527.

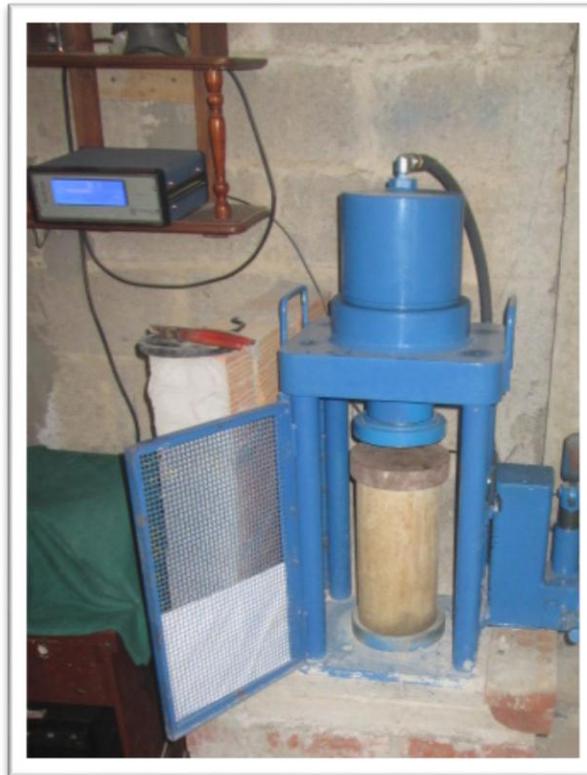
ANEXOS

ANEXO I: Instrumento

MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN

Descripción: La máquina consiste de dos partes esenciales: Una estructura superior y una inferior. En la estructura superior se realizan las diferentes pruebas y se encuentra el lector de carga para observar la carga aplicada mientras que la estructura inferior se encarga de soportar el peso de la máquina y servir de alojamiento para los distintos aditamentos que se utilizan en las pruebas, las cuales se realizan gracias a la fuerza generada por un gato hidráulico de operación manual con la capacidad suficiente para desarrollar las pruebas.

- **marca:** Metrotest
- **aproximación:** 0.061%

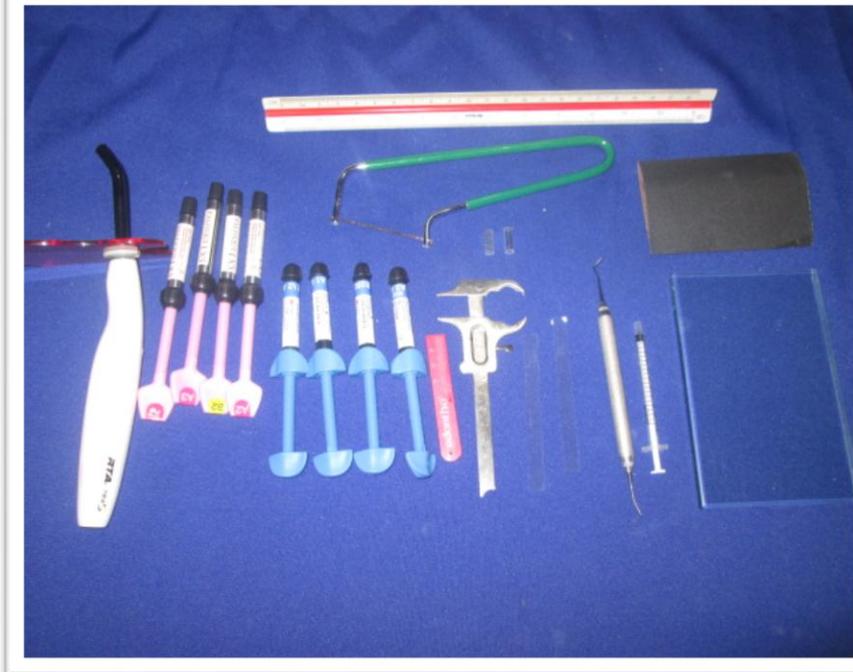


ANEXO II: Matriz de Consistencia

| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | OBJETIVOS | VARIABLES | MARCO METODOLÓGICA | ESCALA |
|--|--|---|---|--|
| <p>¿Existe diferencia en la resistencia por fuerza compresiva in vitro de las resinas dentales nanopartículas y suprananoparticuladas?</p> | <p>Objetivo general Comparar la resistencia por fuerza compresiva in vitro de resinas dentales nanoparticuladas y suprananoparticuladas - 2018.</p> <p>Objetivos específicos Determinar la resistencia a la compresión de la resina nanoparticulada espe filtek z350 xt. Determinar la resistencia a la compresión de la resina suprananoparticulada palfique lx5 tocuyama. Evaluar la resistencia a la compresión de la resina compuestas nanoparticuladas y suprananoparticuladas.</p> | <p>V1: Resistencia a la compresión</p> <p>V2: Fase dispersa (relleno) de las Resinas nanoparticuladas y suprananoparticuladas</p> | <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Nivel: Aplicativo</p> <p>Tipo: Pre-experimental, Prospectivo, Transversal, comparativo</p> <p>Método de Investigación: Inductivo -Deductivo</p> <p>Población y Muestra: Población: resinas compuestas nanoparticuladas y suprananoparticuladas. Muestra: No Probabilística</p> <p>Métodos, Técnicas e instrumentos: Técnica: Experimental, se hizo la prueba de ensayo de resistencia compresiva Instrumentos: Máquina de ensayo Universal para realizar la prueba de ensayo.</p> | <p>Para medir las variables se utilizó las escalas:</p> <p>Razón</p> |

ANEXO III: Fotografía de Procedimientos realizados para la elaboración de las probetas

MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONFECCIÓN DE LAS PROBETAS DE ESTUDIO.



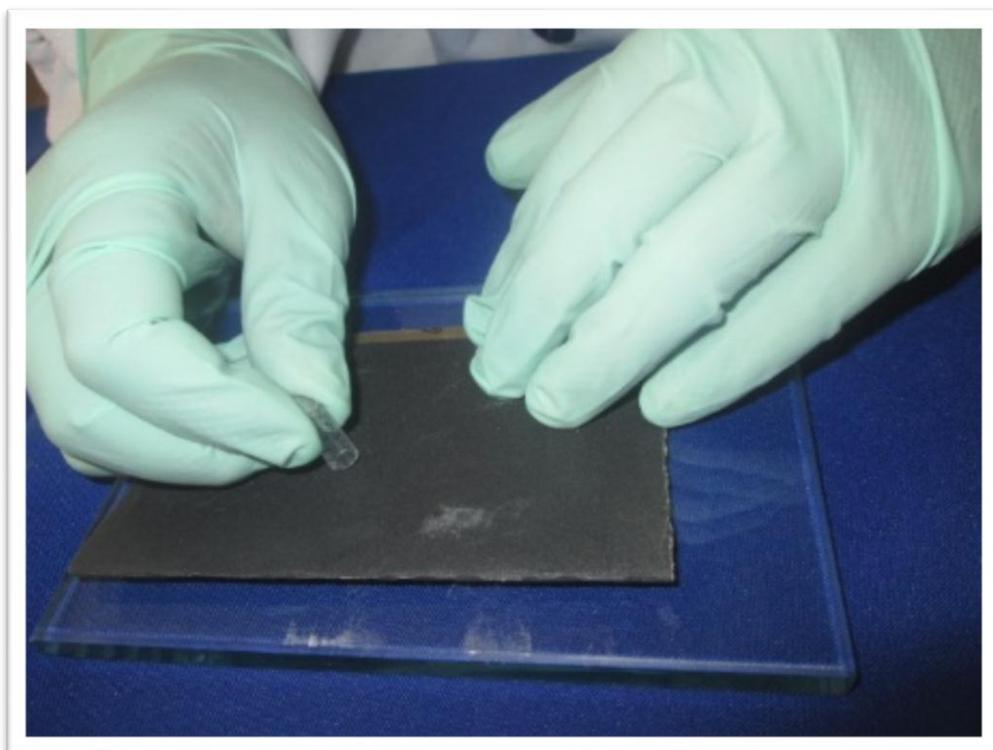
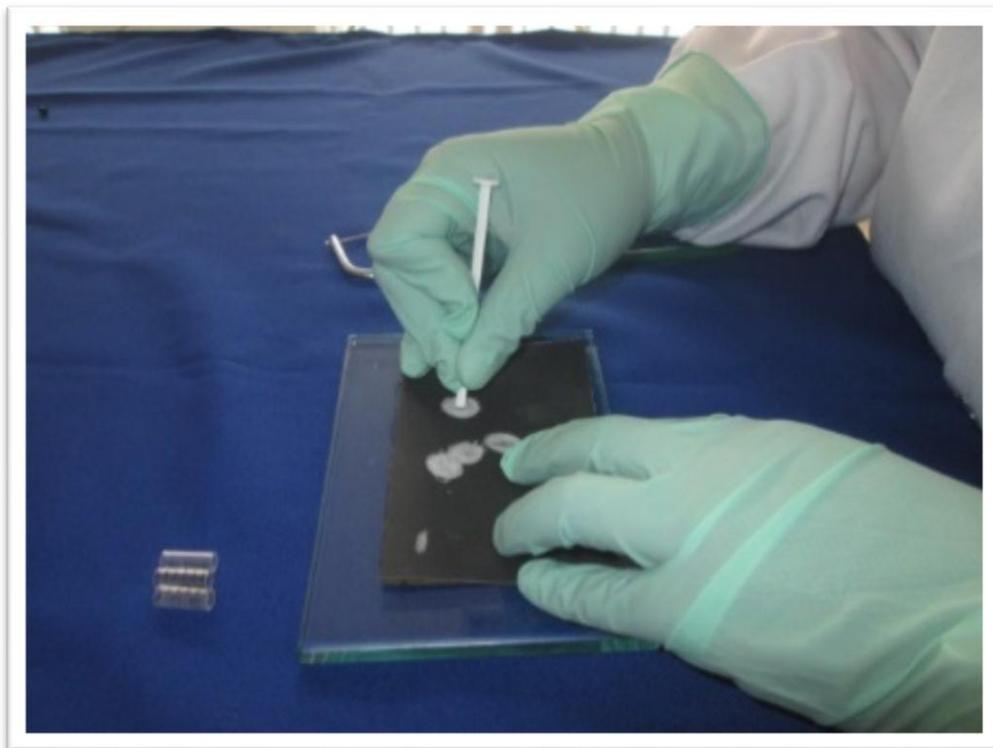
ELABORACIÓN DEL MOLDE PARA LA CONFECCIÓN DE PROBETAS DE RESINA.



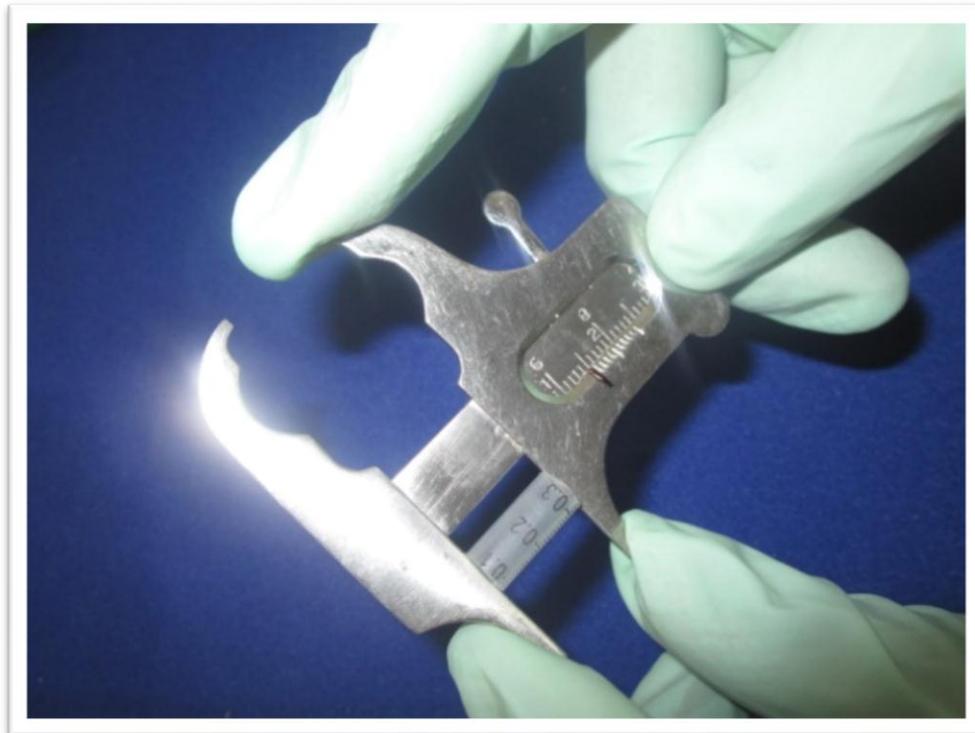
Cortes a la tuberculina con la ayuda de una sierra



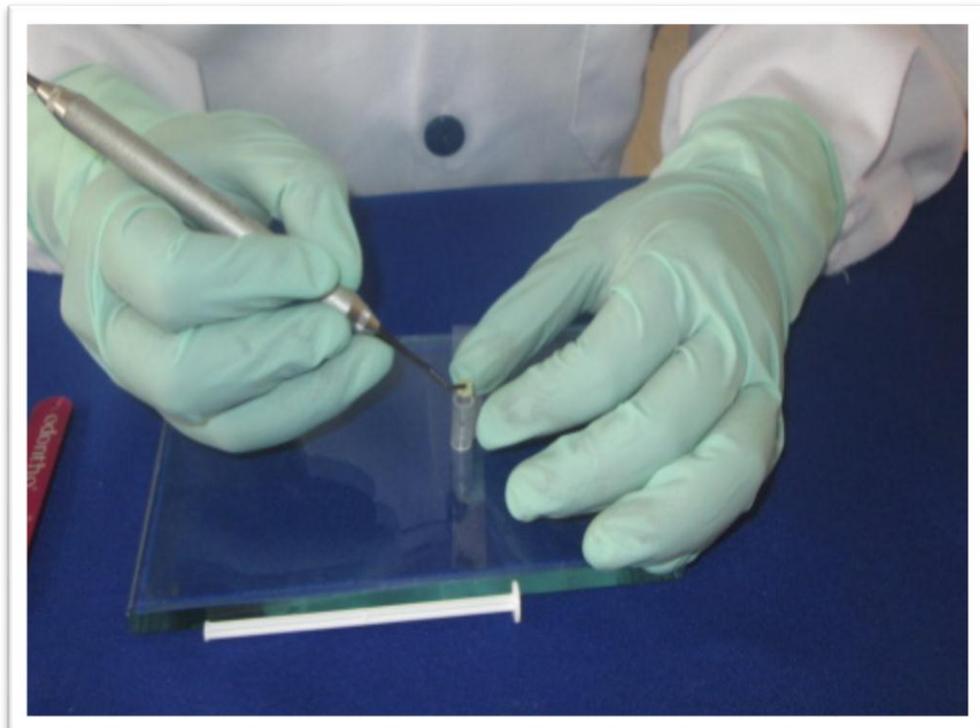
Acabado y lijado en los bordes de la tuberculina.



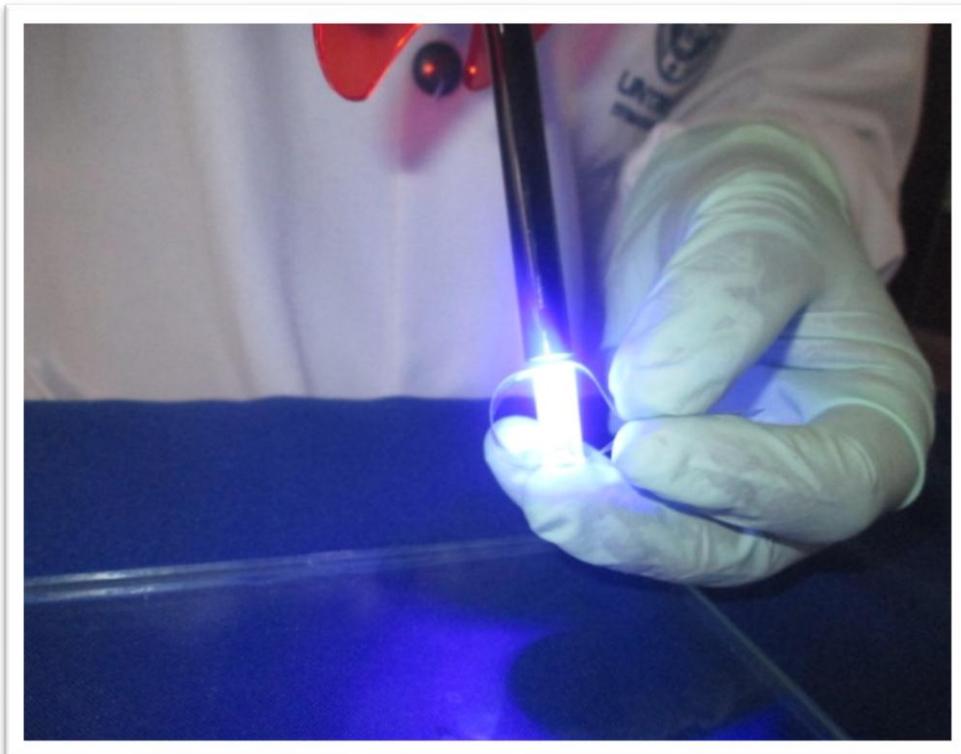
**MEDIDA DEL MOLDE CON EL VERNIER PARA LA CONFECCIÓN DE LAS
PROBETAS**



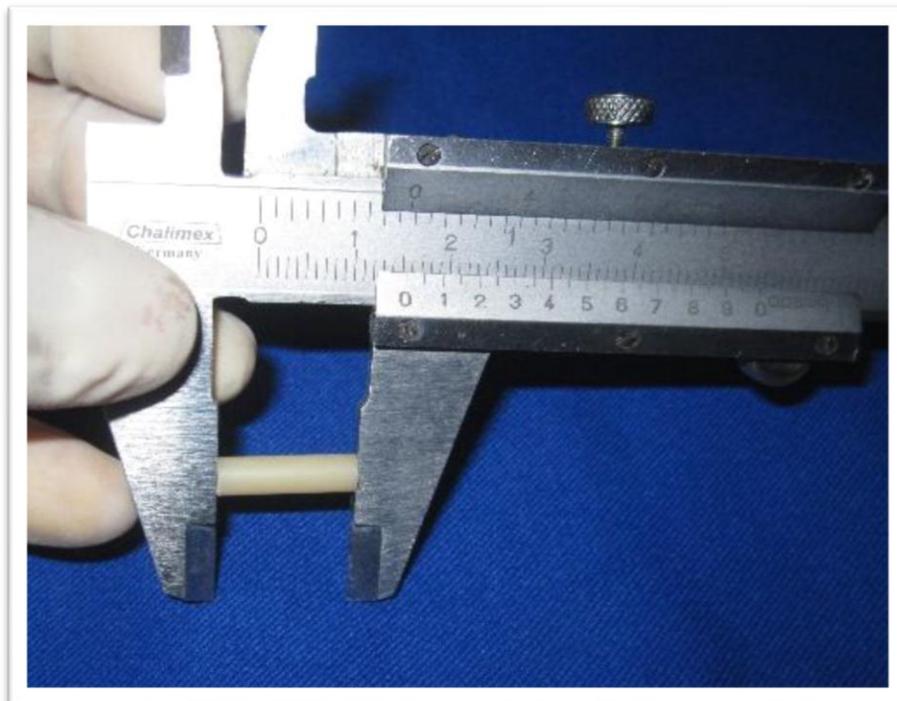
CONFECCIÓN DE PROBETAS DE RESINAS.



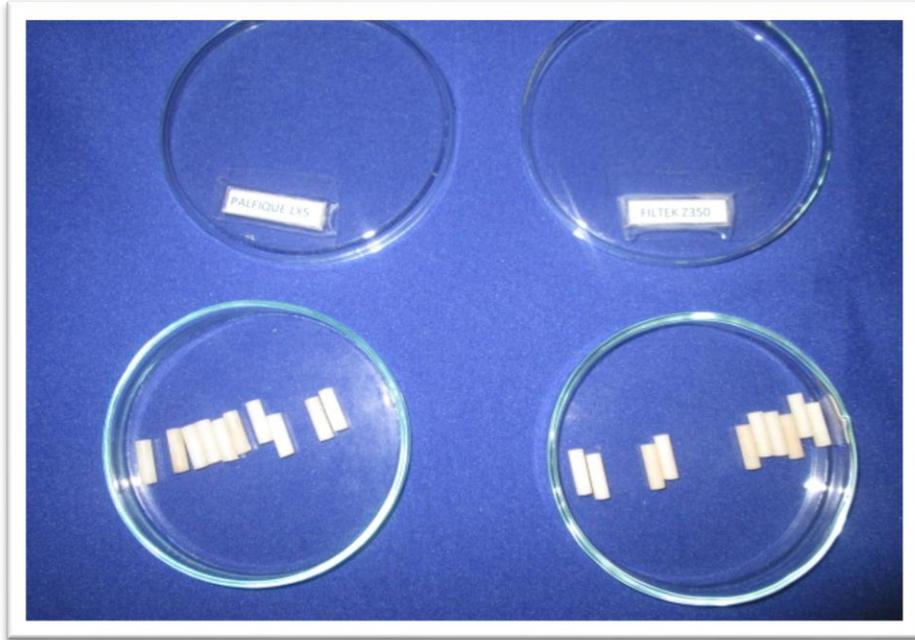
FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LA RESINA.



**MEDIDA DE LA LONGITUD Y DIÁMETRO DE LA PROBETA
RETIRADA DEL MOLDE**



**UNA VEZ CONFECCIONADAS LAS PROBETAS SON COLOCADAS
EN UN RECIPIENTE CON SUERO FISIOLÓGICO**



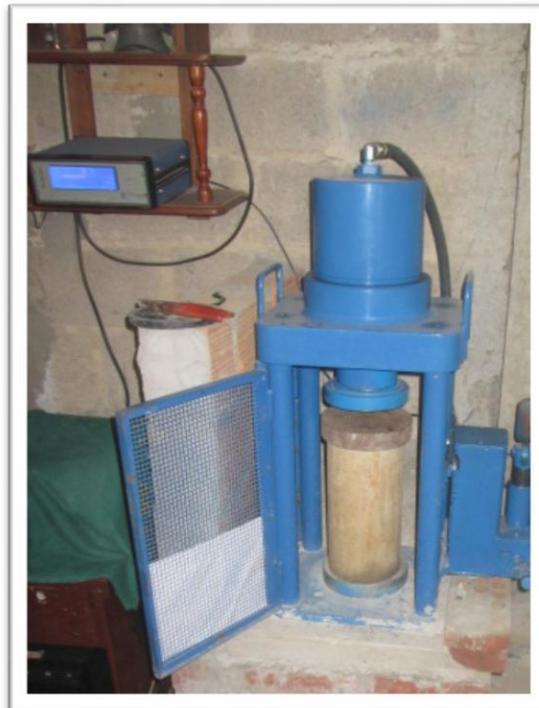
SE COLOCA LAS PROBETAS EN SUERO FISIOLÓGICO EN ESTUFA A 37°C DURANTE 48 HORAS



SE ROTULÓ Y SELLO LA ESTUFA PARA EVITAR CUALQUIER ACCIDENTE DENTRO DEL ÁREA DE TRABAJO



MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL UTILIZADA PARA EL ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESIVA



colocación de la probeta en la máquina de ensayo universal



**CALIBRACIÓN MONITOREADA POR EL INGENIERO Y
TOMA DE RESULTADOS POR EL TESISISTA**



ANEXO IV: Iso 3597 – 3
INTERNATIONAL STANDARD

ISO 3597

Dental Materials
Part3: Determination of
compressive strength



Reference number

ISO 3597 – 3: 2003 (E)

DETERMINATION OF COMPRESSIVE STRENGTH

1. Scope

This part of iso 3597 specifies a method for determining the compressive strength of composite rods of circular cross-section made of roving – reinforce resin. The test may be carried out on “as – moulded” rods or on rods that have been pretreated by immersion in boiling water (or another medium) for a specified time. The test is intended for inspection and quality control of roving or for evaluating their suitability for use in a resin system. The results obtained are not intended for the generation of design data.

2. Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references the latest edition for the referenced document (including any amendments) applies. ISO 3597-1

3. Apparatus

3.1 Compression – testing machine, capable of maintaining a compression – speed of 1mm/mm

3.2 Two test jigs, for example as shown in figure 1 each consisting of.

a) A base plate (1)

An elastic compression pad (2) (made of polyamide, for example 002A support ring (3)

Parts 1 and 3 of the upper jig may be bolted together to prevent, them falling (see figure 2 for an example of how this may be done)

The opening in the support ring shall fit snugly round the specimen in order to ensure consistent results. The maximum permitted opening diameter is 0.1 mm larger than the specimen diameter. If the specimen diameter is more than 0.1mm smaller than that of the opening in the support ring, a support ring with a smaller opening shall be used.

Deviations from nominal specimen dimensions can occur due to variations in the inner diameter of the mould or resin shrinkage.

3.3 Micrometer or vernier gauge, capable of measuring to the nearest 0.1 mm
key: Base plate 2. Elastic compression ped 3. Support ring.

4. Preparation and conditioning of specimens

The procedure specified here after is suitable for specimens of diameter 6 mm to be tested “as-moulded or pre-treated”) the minimum required number of specimens is eight. If specific statistic limits are agreed between interested parties, additional specimens may be tested to permit statistical analysis of the results. Prepare a sufficient number of rods using the method specified in ISO 3597-1, and cut them into specimens of length 22.5mm. _Take care to ensure that the cut ends of the specimens are parallel.

When rods of diameter other than 6mm are used, the ratio of the rod length L to rod diameter d shall satisfy the following equation:

$$L = 0.625 d^2$$

5. Procedure

5.1 Before carrying out the compressive test, measure the diameter of each test specimen with a micrometer or vernier gauge (3.3) to the nearest 0.1mm at two measurements in the calculation of the results.

5.2 Conduct the compressive test in the same standard laboratory atmosphere as that used for specimen conditioning. Assemble a test specimen with a test jig (3.2) at each end. Place the assembly vertically between the platens of the test specimen at a speed of 1mm/min until the specimen fail. Record the maximum force, in Newton, that occurred during the test.

Keys:

1. Upper plate of test machine
2. Test specimen
3. Lower plate of test machine

Figure 2 – Example of test may require that the mode of failure be recorded

- a) Type K (crushing) b) Type L (splitting) c) Type M
(buckling)
- b) Type N (edge failure)

Typical failure modes

6. Expression of result.

For each specimen, calculate the compressive strength OC, Expressed in megapascals, using the equation:

$$OC=4F/\pi d^2$$

Where F is the maximum force, in newtons, hat is recorded during the test d is the diameter, in millimeters of the test specimen.

For each type of test (as-moulded or pretreated) calculate the average of the results obtained on each specimen, discarding those results obtained on each specimen, discarding those results which are lower than 50% of this average. Report him resulting valve as the compressive strength of the material. If fewer than, five results are available form this calculation, a further set of test specimens shall be prepared and tested. If this second set, results in similar difficulties, record this situation in the test report.

7. Precision

The precision of this test method is not known because inter-laboratory data are not available. When inter – laboratory data are obtained, a precision statement will be added at the following revision.

8. Test Report

The test report shall include the following information:

- a) A reference to this part of ISO 3597
- b) All information necessary for complete identification of the roving tested.
- c) All information necessary for complete identification of the resin used.
- d) The diameter of the mould used to prepare the test specimens
- e) Whether a release agent was used and, if so, details of the agent used.
- f) The curing and post curing conditions.
- g) The test atmosphere.
- h) The test result:

1. For “as-moulded” specimens the glass content, diameter compressive strength and, if required, mode failure of each specimen tested and (except for the mode of failure) The average value:
2. If testing was also carried out after pretreatment
 - The medium used
 - The length of the pretreatment
 - The individual and average values of the compressive strength after pretreatment.

Preparation of test specimens

5.1 apparatus and materials

5.1.1 Mould.- In the form of a rigid hollow cylinder having a minimum length of 400mm and internal diameter of, preferably, 4mm \pm 0.3mm. If other diameters are chosen, those shall be selected by agreement between the interested parties in the range from 4mm to 10mm however, the diameter used shall in all cases be reported, and only test data obtained with moulds of the same diameter shall be used for comparative purposes.

The mould may be constructed of glass or polytetrafluorethylene (PTFE) A release agent may be used in the mould if the shrinkage of the molding is very low (typical of epoxy resin). However, an internal release agent (a release agent that is mixed into the resin). Will affect the test results. Adding a release agent is not recommended. When using a release agent, it shall be mentioned in the test report.

5.1.2 Resin suitable for use with the reinforcement to be tested (the manufacture of the reinforcement roving normally gives general recommendations) The resin system selected shall be prepared before use in accordance with the resin manufacture's detailed instructions (see Annex A for examples of resin formulae and curing conditions)

5.1.3 Metal wire or yarn, for pulling impregnated rovings into the mould.

5.1.4 Impregnation equipment (see figure 1) comprising a long, shallow impregnation bath to impregnate a bank of roving with resin. It is recommended that the bath be made of metal to facilitate heating of the resin to lower its viscosity if required. This is common practice for those resins, such as epoxy, whose room temperature viscosity may be too high to adequately impregnate the hanks of roving.

It is recommended that the roving be pre-soaked in the bath of resin to facilitate wet-out and air removal. When a large number of rods are to be made, having two or more baths and switching the pulling of hanks from one bath to another while roving soak in the other baths has been found an effective technique.

Lining the impregnation bath with thin cellophane foil keep the bath from becoming coated with resin and makes cleaning faster with a device to prevent the mould moving as rovings are pulled into it. The roving are pulled into the mould the means of a metal wire or yarn attached to the hank of roving. The wire yarn can be pulled by a winding device. The winder can be hand cranked or motor driven. Care shall be taken that the hanks of roving are pulled into the mould at a slow enough speed for the minimum amount of air to be trapped in the rovings.

Note: When using low shrinkage resin, a hand crank and chain may be used to remove the cored rod from the mould. Also glass tubes that can be broken after curing may be used as the mould.

5.1.5 Circulating air oven, for curing and/or post curing the resin at the recommended temperature.

5.1.6 Diamond tipped saw, for culling the cured rods to specimens of the required length.

5.1.7 Heating device and suitable glassware. It boiling water pretreatment of the test specimens is required.

5.1.8 Form. With a circumference of 1mm, for winding a hank of rovings.

Keys:

- a) Tensioning rolls
- b) Loop roll (optional)
- c) Roving bobbin
- d) Attachment point for wire or yarn.
- e) Hank or rovings.
- f) Cut ends.

5.2 Preparation of hank of roving

First, using equation (1), calculate the mass of roving needed to give a glass content of (65 plus minus 1)% by mass in the specimens produced. Then use Equation (2) to calculate the number of Turns N of Roving, which will have to be wound on the former to give this mass. To calculate N. It is necessary to know the mass per unit length of the roving. This is usually stated by the manufacturer (the test value, in $\text{g}\cdot\text{km}^{-1}$)

Note: the mass per unit length can be determined using ISO 1889

Because it will generally only be possible to wind complete meters lengths on to the former, round up to the nearest whole number.

$$M = W_f / (W_f / D_f) + (W_r / D_r) \times \pi d^2 / 4 \times l$$

Where:

M is the mass, in grams, of the hank of rovings;

W_f is the glass content, in percent by mass:

D_f is the density, in grams per cubic centimeter, of the glass;

W_r is the resin content, in percent by mass (without voids, $W_r = 100 - W_f$)

D_r is the density, in grams per cubic centimeter, of the resin;

D is inside diameter, in millimeters, of the mould;

l is the mass per unit length, in grams per kilometer, of the roving.

Wind roving N times around the former. When the calculated number of one side of the former. The bundle of roving fibres obtained will be 1m long. Form a hank by folding the bundle at the midpoint. The length of the hank will be 0.5m cut the hank to length if a mould shorter than is being used. Check the mass of the hank by removing fibre from it. Attach a pulling wire or yarn keeps the fibres together and shall be of sufficient length to

pull the hank from the resin bath into the mould. Take care to minimize handling of the roving to avoid contamination. When the roving bobbin and/or resin are stored in a conditioned room, it is not necessary to condition them before use. If not, condition for at least 16h in one of the standard atmospheres specified in ISO 291.

5.3 preparations of rods

Prepare an amount of resin sufficient to prepare the required number of rods. Use the resin either at ambient temperature in a conditioned room or at an elevated temperature if it necessary to lower the resin viscosity. The elevated temperature can be specified by the manufacturer or be determined by preliminary trials. When the rovings have been conditioned, pour the resin into the impregnating bath(s).

Impregnate the roving by immersion in a bath containing the resin. In order roving gently (avoiding damage) to the bottom of the bath with a plastic spoon or wooden stirrer. The wire or yam connected to the hank shall be kept out of the bath.

Because deficiencies in impregnation may cause considerable scatter in test results, care is necessary in this operation. The hank or rovings shall be completely impregnated before it is pulled into the mould. Good – quality impregnation before it is pulled into the mould. Good-quality impregnation is characterized by the absence of the fibres in the resin as we-out occurs. The impregnation time shall be at least 10min in all cases. With rovings that are hard to impregnate, use longer times and push the rovings around the bath stirrer or spoon to allow the air to escape. A bar near the entrance to the mould may be used to assist in removing air.

After impregnation, pull the hank of rovings into the mould. Adjust the pulling speed so that excess resin and air bubbles are expelled steadily and continuously. When the hank is in the mould, it is recommended that the mould be stoppered with a cork or other suitable stopper to prevent resin flowing out and air getting in.

The number of rods made will depend on their length and the number of test to be performed. For each the three types of test (flexural compressive and interlaminar shear), a minimum of eight specimens shall be tested. Furthermore, besides testing the rods “as-moulded”. Testing can also be performed after boiling specimens in water or another medium. Different immersion times can be used. For each type of pretreatment or set of test conditions, another set of specimens in each set shall be at least eight. If specific statistical limits are agreed between interested parties, additional specimens may be tested to permit statistical analysis of the results.

5.4 Curing the rod

Cure the rod in the mould. Support the mould in the horizontal position in the curing oven. The curing conditions shall be included in the test report.

5.5 Cutting to rod and conditioning the specimens.

If necessary, prior to demoulding remove the cork or stopper and cut off any impregnated roving protruding from the lower end of the mould.

Remove the rod from the mould. After demoulding, trim square both ends of the rod, cutting of loop at the upper end (which will not be cylindrical) has well as about 40mm at the other end (where the cork or stopper was) because of possible variations in glass content in that section of the rod.

Cut the remainder of the rod into specimens with lengths as specified in the part of this International Standard Appropriate to the test to be carried out (ISO 3597-3 or ISO 3597-4)

The standard lengths are:

- 20 times the diameter for flexural test (e.g 120mm for rods 6mm in diameter)
- 22,5mm for the compressive test on rods 6mm in diameter (for other diameters, see ISO 3597-3)
- 8 times the diameter for the interlaminar shear test (e.g. 48 mm for 6mm rods)

From each rod (i.e from the parts trimmed from each end) keep a sample to determine the glass content. This sample shall have a minimum length of 25mm. Clean the sample carefully and determine the glass content, by mass, of the rod in accordance with ISO 1172. If the glass content is outside the range (65+/-2)% by mass, discard all specimens cut that particular rod and make a new rod. The data obtained maybe normalized to 65% glass content using equation.

$$V_n = V_m \times 65 / W$$

Where:

V_n is the normalized value of the strength

V_m is the measured value of the strength

W , is the measured glass content, in percent.

When testing “as – moulded” rods (without pretreatment), condition the specimens for 24h in one of the atmospheres specified in ISO 291.

5.6 Boiling – water treatment

When rods pretreated with boiling distilled or deionizer water (or another medium agreed between the interested parties) The immersion time for polyester-resin-based rods is typically 16h or 40h, while for epoxy – resin – based rods the immersion time may be 72h, 48 h or 24 h.

After pretreatment, transfer the specimens to water (pr the other medium, if used) at room temperature and allow them to cool to room temperature.

Specimens shall be tested within 24h of being pretreated. Take each specimen out of the water (or other medium) immediately before testing and wipe it dry.

NOTE: when water is used for the pretreatment, the rods need to be cooled down and stored in water to prevent them from regaining strength by losing water. No data are available on the need of such precautions when other media are used.

ANEXO V: Ficha de resultados obtenidos.



INVERSIONES LICERA

De: *Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568

| INFORME DE ENSAYO N° | 102-2018 | EDICION N°01 |
|---|--|------------------------|
| ENSAYO DE COMPRESIÓN EN RESINAS COMPUESTAS | | |
| TESIS | RESISTENCIA POR FUERZA COMPRESIVA IN VITRO EN RESINAS DENTALES NANOPARTICULADAS Y SUPRANANOPARTICULADAS-2018 | |
| DATOS DEL SOLICITANTE | | |
| <i>APELLIDOS Y NOMBRES</i> | TEJADA GRANDEZ KETTY JHOVANI | |
| <i>DNI</i> | 44814123 | |
| <i>PROVINCIA</i> | CHACHAPOYAS | |
| EQUIPOS UTILIZADOS | | |
| <i>INTRUMENTO</i> | MAQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN | |
| <i>MARCA</i> | METROTEST | |
| <i>APROXIMACIÓN</i> | 0.061% | |
| <i>INSTRUMENTO</i> | LECTOR DE CARGA | |
| <i>MARCA</i> | METROTEST | |
| <i>APROXIMACIÓN</i> | 0.061% | |
| RECEPCIÓN DE MUESTRAS | | |
| <i>FECHA DE INGRESO</i> | 09 DE OCTUBRE DEL 2018 | |
| <i>LUGAR DE ENSAYO</i> | JR TRES ESQUINAS 512-BARRIO LA LAGUNA | |
| <i>CANTIDAD</i> | 2 GRUPOS | |
| <i>IDENTIFICACIÓN</i> | GRUPO 1 Imagen N° 1 | ESPE FILTEK Z350 XT. |
| | GRUPO 2 Imagen N° 2 | PALFIQUE LX5 TOCUYAMA. |
| REPORTE DE RESULTADOS | | |
| <i>FECHA DE EMISIÓN DE INFORME</i> | 16 | OCTUBRE 2018 |

Elibis Antonio Meléndez Grandez
 Laboratorio

YVAN SEGUNDO LICERA CORREA
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP: 53624

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS
 RPC 949183795 - FIJO 041-630482
 Email: ilc32@hotmail.com



INVERSIONES LICERA

De: Yvan Segundo Licera Correa

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568

| INFORME DE ENSAYO N° 102-2018-INV.LICERA | |
|---|--|
| IMAGEN 01 | IMAGEN 02 |
|  |  |

Elbis
Elbis Antonio Meléndez Grandez
Laboratorista

Yvan
YVAN SEGUNDO LICERA CORREA
Ingeniero Civil
Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS
RPC 949183795 - FIJO 041-630482
Email: ilc32@hotmail.com



INVERSIONES LICERA

De: *Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568

| INFORME DE ENSAYO N° | | INF. 102-2018 INV. LICERA | EDICIÓN 1 | |
|---|--------|---|----------------|----------------|
| RESULTADOS ENCONTRADOS | | | | |
| GRUPO 1 | | ESPE FILTEK Z350 XT. | | |
| | Ø (mm) | Área (mm ²) | Fuerza Kg. (N) | Esfuerzo (MPa) |
| 1 | 4.64 | 16.76 | 256 | 149.79 |
| 2 | 4.64 | 16.76 | 256 | 149.79 |
| 3 | 4.64 | 16.76 | 233 | 136.33 |
| 4 | 4.64 | 16.76 | 244 | 142.77 |
| 5 | 4.64 | 16.76 | 256 | 149.79 |
| 6 | 4.64 | 16.76 | 261 | 152.72 |
| 7 | 4.64 | 16.76 | 268 | 156.81 |
| 8 | 4.64 | 16.76 | 256 | 149.79 |
| GRUPO 2 | | PALFIQUE LX5 TOCUYAMA. | | |
| | Ø (mm) | Área (mm ²) | Fuerza Kg. (N) | Esfuerzo (MPa) |
| 1 | 4.64 | 16.76 | 166 | 97.13 |
| 2 | 4.64 | 16.76 | 165 | 97.13 |
| 3 | 4.64 | 16.76 | 175 | 102.40 |
| 4 | 4.64 | 16.76 | 153 | 89.52 |
| 5 | 4.64 | 16.76 | 156 | 91.28 |
| 6 | 4.64 | 16.76 | 146 | 85.43 |
| 7 | 4.64 | 16.76 | 146 | 85.43 |
| 8 | 4.64 | 16.76 | 151 | 88.35 |
| LA VELOCIDAD DE ENSAYO | | 1mm/min | | |
| CONDICIONES AMBIENTALES | | TEMPERATURA: 21°C HUMEDAD RELATIVA: 65% | | |
| VALIDEZ DE INFORME | | VALIDO SOLO PARA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME | | |
|  Elbis Anterío Meléndez Grandez Laboratorista | |  YVAN SEGUNDO LICERA CORREA Ingeniero Civil Reg. CIP. 53820 | | |
| ELVIS MELENDEZ GRANDEZ | | | | |
| ESPECIALISTA DE ENSAYOS | | | | |
| LABORATORIO: INVERSIONES LICERA | | | | |

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS
 RPC 949183795 - FIJO 041-630482
 Email: ilc32@hotmail.com

ANEXO VI: Operacionalización de variables.

| VARIABLE | TIPO | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | INDICADORES | ESCALA | INSTRUMENTO |
|--|---------------------|--|--|---------|---|
| Resistencia a la compresión | Cuantitativa | Tensión compresiva máxima que un cuerpo puede soportar antes de fracturarse. | Valor numérico de la carga dado por la máquina de ensayo universal | Razón | Máquina de Ensayo universal |
| Fase dispersa (relleno)de las Resinas nanoparticuladas y suprananoparticulas | Cualitativa | Las resinas compuestas dentales, son una mezcla compleja de resinas polimerizables mezcladas con partículas de rellenos inorgánicos. | Resina nanoparticulada. resina compuesta por con partículas de relleno que van de 0.02 a 0.075 micrones Resina suprananoparticuladas. resina que poseen partículas nanométricas en su composición inorgánica que oscila entre 20 a 60nm | Nominal | Microscopia electrónica de barrido |

FUENTE: elaboración propia