

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Odontología**  
**Escuela Profesional de Odontología**



**“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES RESINAS  
NANOHIBRIDAS (FILTEK™ Z350 XT, Magma NT y  
FORMA) FOTOPOLIMERIZADAS CON UNA LÁMPARA DE  
LUZ L.E.D., U.C.S.M, AREQUIPA 2019”**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Dávila Cajaña, Marco Gustavo**

Para optar el Título Profesional de:

**Cirujano Dentista**

Asesor:

Dr. Nuñez Chavez, Víctor Rene

**Arequipa – Perú**

**2019**



Universidad Católica  
de Santa María

(51 54) 382038 <http://www.ucsm.edu.pe> [facebook.com/ucsm.edu.pe/](https://www.facebook.com/ucsm.edu.pe/)

DR.(A) HERBERT GALLEGOS VARGAS

**BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 098**

Vista la solicitud que presenta don (ña) **MARCO GUSTAVO DAVILA CAJAÑA** sobre el dictamen de la Tesis titulada **"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES RESINAS NANOHIBRIDAS (FILTEK™ Z350 XT, Magma NT y FORMA) FOTOPOLIMERIZADAS CON UNA LÁMPARA DE LUZ L.E.D., U.C.S.M., AREQUIPA 2019"** y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra SEGUNDO Y TERCER JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR.(A) HERBERT GALLEGOS VARGAS  
DR.(A) ROXANA GAMARRA OJEDA  
DR. (A) HÉCTOR GONZALEZ BERNAL

ASESOR(A) DR. (A): VÍCTOR NÚÑEZ CHÁVEZ

Arequipa, 09 de DICIEMBRE del 2019

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

DR. HERBERT GALLEGOS VARGAS  
Decano de la Facultad de Odontología

INFORME

Revisado el pte borrador de tesis, es necesario realizar los siguientes cambios:  
- Ortografía - Introducción - determinación del problema - antecedentes - Hipótesis - orden de folios - conclusiones

Revisado el pte trabajo de investigación y remelto los cambios, este en condiciones para su sustentación

Arequipa, 2019 Diciembre 09

2019-12-09  
15:43



Universidad Católica  
de Santa María

☎ (51 84) 382608    🌐 <http://www.ucsm.edu.pe>    📧 [fac0804@com.ucsm.edu.pe](mailto:fac0804@com.ucsm.edu.pe)

DR.(A)            **ROXANA GAMARRA OJEDA**

**BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 090**

Vista la solicitud que presenta don (ña) **MARCO GUSTAVO DAVILA CAJAÑA** sobre el dictamen de la Tesis titulada **"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES RESINAS NANOHIBRIDAS (FILTEK™ Z350 XT, Magma NT y FORMA) FOTOPOLIMERIZADAS CON UNA LÁMPARA DE LUZ L.E.D., U.C.S.M., AREQUIPA 2019"** y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra **SEGUNDO Y TERCER JURADO DICTAMINADOR** para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR.(A)            **HERBERT GALLEGOS VARGAS**  
DR.(A)            **ROXANA GAMARRA OJEDA**  
DR. (A)            **HÉCTOR GONZALEZ BERNAL**

ASESOR(A) DR. (A): **VÍCTOR NÚÑEZ CHÁVEZ**

Arequipa, 09 de DICIEMBRE del 2019

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
  
DR. HERBERT GALLEGOS VARGAS  
Decano de la Facultad de Odontología

INFORME

Se le indicó que al ser **3 unidades cuantitativas**, no solo debían usar el **estándar** si no la **ANOVA**, por ser más de 2 grupos.

**Absolució el estadístico ANOVA y turej y puede pasar a sustentar su tesis**

Arequipa, 2019 \_\_\_\_\_

2019-12-09



Universidad Católica  
de Santa María

(51 54) 382038 | <http://www.ucsm.edu.pe> | [facebook.com/ucsm.edu.pe](https://www.facebook.com/ucsm.edu.pe)

DR.(A) HÉCTOR GONZALEZ BERNAL

**BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 098**

Vista la solicitud que presenta don (ña) **MARCO GUSTAVO DAVILA CAJAÑA** sobre el dictamen de la Tesis titulada **"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES RESINAS NANOHIBRIDAS (FILTEK™ Z350 XT, Magma NT y FORMA) FOTOPOLIMERIZADAS CON UNA LÁMPARA DE LUZ L.E.D., U.C.S.M., AREQUIPA 2019"** y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra **SEGUNDO Y TERCER JURADO DICTAMINADOR** para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR.(A) HERBERT GALLEGOS VARGAS  
DR.(A) ROXANA GAMARRA OJEDA  
DR. (A) HÉCTOR GONZALEZ BERNAL

ASESOR(A) DR. (A): VÍCTOR NÚÑEZ CHÁVEZ

Arequipa, 09 de DICIEMBRE del 2019

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
  
DR. HERBERT GALLEGOS VARGAS  
Decano de la Facultad de Odontología

INFORME

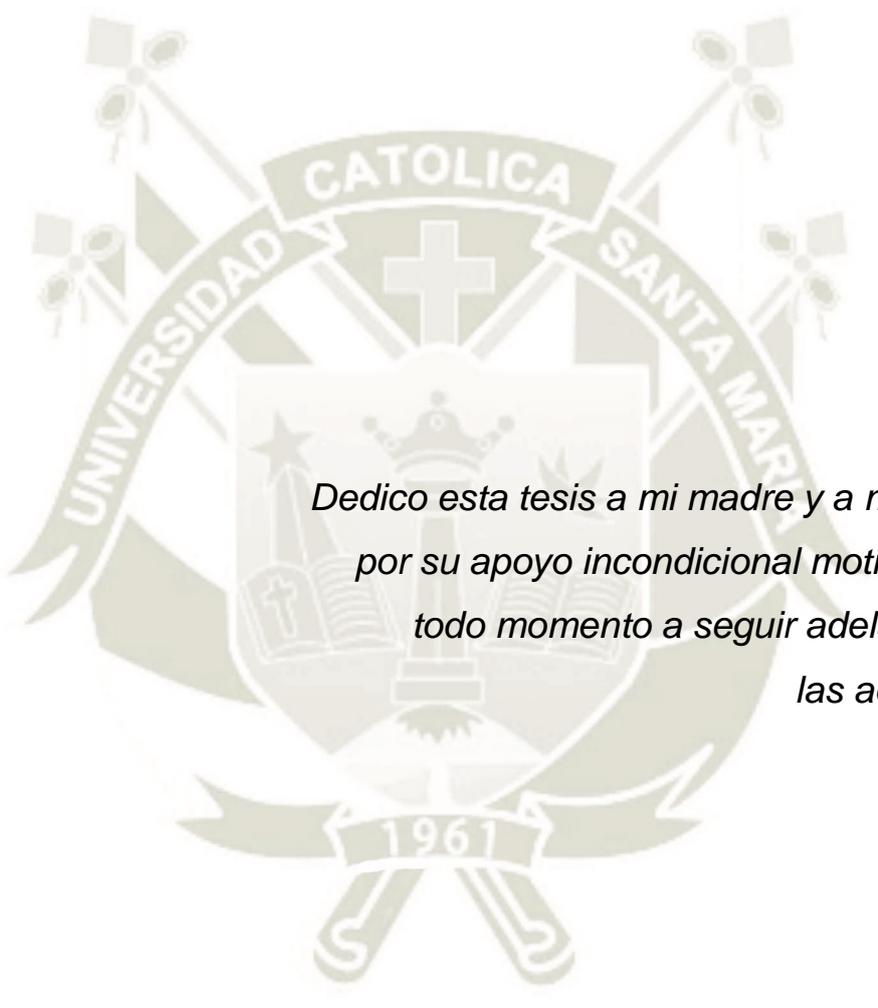
*Vistas las correcciones realizadas,  
se da paso a sustentar.*

Arequipa, 2019 9 de Diciembre

*AGZ*

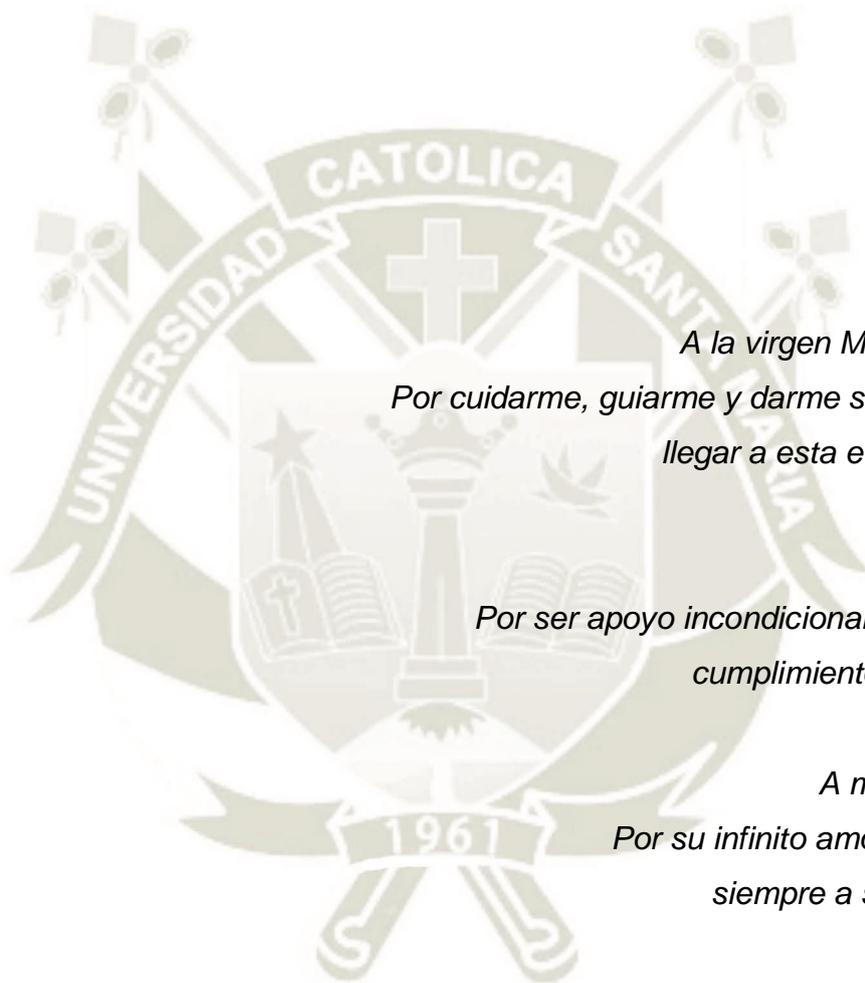
2019-12-09  
15:42

## **DEDICATORIA**



*Dedico esta tesis a mi madre y a mi familia por  
por su apoyo incondicional motivándome en  
todo momento a seguir adelante frente a  
las adversidades.*

## AGRADECIMIENTOS



*A la virgen María Auxiliadora  
Por cuidarme, guiarme y darme salud para poder  
llegar a esta etapa de mi vida.*

*A mi madre  
Por ser apoyo incondicional día a día en el  
cumplimiento de mis metas.*

*A mi abuelita y tíos  
Por su infinito amor e impulsarme  
siempre a seguir adelante.*

*A mis maestros  
Por compartir sus conocimientos*

## INDICE

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| RESUMEN .....                                      | ix |
| ABSTRACT .....                                     | x  |
| INTRODUCCIÓN .....                                 | xi |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO .....            | 1  |
| 1.    PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....               | 2  |
| 1.1    Determinación del Problema.....             | 2  |
| 1.2    Enunciado .....                             | 2  |
| 1.3    Descripción del Problema .....              | 2  |
| 1.5    Interrogantes Básicas .....                 | 4  |
| 1.6    Taxonomía de la Investigación.....          | 4  |
| 1.7    Justificación .....                         | 4  |
| 2.    OBJETIVOS .....                              | 5  |
| 2.1    Objetivo General.....                       | 5  |
| 2.2    Objetivos Específicos.....                  | 6  |
| 3.    MARCO TEÓRICO:.....                          | 6  |
| Resinas Compuestas .....                           | 6  |
| 3.1.    Composición.....                           | 6  |
| 3.1.1. Matriz Orgánica.....                        | 6  |
| 3.1.2. Inorgánica .....                            | 6  |
| 3.1.3. Agente de Enlace .....                      | 6  |
| 3.2.    Clasificación .....                        | 7  |
| 3.2.1. Según su Consistencia.....                  | 7  |
| 3.2.1.1. Resinas Fluidas .....                     | 7  |
| 3.2.1.2. Resinas Condensables .....                | 7  |
| 3.3.    Tipo de Relleno .....                      | 7  |
| 3.3.1. Resinas de Macrorelleno .....               | 7  |
| 3.3.2. Resinas de Microrrelleno .....              | 8  |
| 3.3.3. Resinas Híbridas .....                      | 8  |
| 3.3.4. Resinas Microhíbridas .....                 | 8  |
| 3.3.5. Resinas Nanohíbridas .....                  | 8  |
| 3.4.    Composición de las Resinas Estudiadas..... | 9  |

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4.1. FILTEK™ Z350 XT (3M-ESPE) .....                                          | 9  |
| 3.4.2. Forma (ultradent).....                                                   | 9  |
| 3.4.3. Magma NT (PrevestDenPro).....                                            | 9  |
| 3.5. Polimerización .....                                                       | 9  |
| 3.5.1. Activación Química .....                                                 | 9  |
| 3.5.2. Activación Por Luz .....                                                 | 10 |
| 3.6. Tipos de Lámparas Empleadas en la Fotopolimerización .....                 | 10 |
| 3.6.1. Lámparas De Cuarzo Tungsteno .....                                       | 10 |
| 3.6.2. Lámparas Led .....                                                       | 10 |
| 3.6.3. ¿Cuánto tiempo se debe polimerizar para obtener resultados óptimos?..... | 12 |
| 3.7. Compresión .....                                                           | 12 |
| 3.7.1. Prueba de Compresión .....                                               | 12 |
| 3.7.2. Características del Ensayo de Compresión.....                            | 12 |
| 4. REVISIÓN DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....                                | 13 |
| 5. HIPÓTESIS.....                                                               | 16 |
| CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL .....                                    | 17 |
| 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN ..                       | 18 |
| 1.1. Técnica .....                                                              | 18 |
| 1.1.1. Precisión de la técnica:.....                                            | 18 |
| 1.1.2. Esquemmatización: .....                                                  | 18 |
| 1.2. Instrumentos.....                                                          | 19 |
| 1.2.1. Instrumento documental .....                                             | 19 |
| 1.2.2. Instrumentos mecánicos: .....                                            | 19 |
| 1.2.3. Materiales .....                                                         | 20 |
| 1.3. Campo de Verificación.....                                                 | 20 |
| 1.3.1. Ubicación espacial.....                                                  | 20 |
| 1.3.2. Ubicación temporal.....                                                  | 20 |
| 1.3.3. Unidades de estudio .....                                                | 20 |
| 1.3.4. Criterios de inclusión.....                                              | 21 |
| 1.3.5. Criterios de exclusión.....                                              | 21 |
| 1.3.6. Formalización de los Grupos .....                                        | 21 |
| 2. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN .....                                              | 22 |
| 2.1. Organización .....                                                         | 22 |

|          |                                              |    |
|----------|----------------------------------------------|----|
| 2.2.     | Recursos .....                               | 22 |
| 2.2.1.   | Recursos Humanos:.....                       | 22 |
| 2.2.2.   | Recursos físicos: .....                      | 22 |
| 2.2.4.   | Recursos institucionales:.....               | 22 |
| 3.       | ESTRATEGIA PARA EL MANEJO DE RESULTADOS..... | 23 |
| 3.1.     | A nivel de sistematización .....             | 23 |
| 3.1.2.1. | Clasificación de datos .....                 | 23 |
| 3.1.2.2. | Análisis .....                               | 23 |
| 3.1.2.3. | Tabulación.....                              | 23 |
| 3.1.2.4. | Graficación .....                            | 23 |
| 3.1.2.5. | Clasificación de datos .....                 | 24 |
| 3.2.     | A nivel de recomendaciones.....              | 24 |
| 3.2.1.   | Forma: .....                                 | 24 |
| 3.2.2.   | Orientación: .....                           | 24 |
|          | CAPITULO III: RESULTADOS.....                | 25 |
|          | DISCUSIÓN .....                              | 41 |
|          | CONCLUSIONES .....                           | 43 |
|          | RECOMENDACIONES .....                        | 44 |
|          | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....             | 45 |
|          | ANEXOS .....                                 | 48 |
|          | ANEXO 1: Ficha de recolección de datos ..... | 49 |
|          | ANEXO 2: Constancia de laboratorio .....     | 53 |
|          | ANEXO 3: Secuencia Fotográfica .....         | 57 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABLA N° 1: RESINA NANOHIBRIDA Z350: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....                                      | 26 |
| TABLA N° 2: RESINA NANOHIBRIDA MAGMA NT: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....                                  | 28 |
| TABLA N° 3: RESINA NANOHIBRIDA FORMA: RESISTENCIA A LA COMPRESION .....                                     | 30 |
| TABLA N° 4: COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS RESINAS NANOHIBRIDAS.....                  | 32 |
| TABLA N° 5: PRUEBA ESTADISTICA ANOVA.....                                                                   | 34 |
| TABLA N° 6: COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS RESINAS NANOHIBRIDAS FORMA Y MAGMA NT..... | 35 |
| TABLA N° 7: COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS RESINAS NANOHIBRIDAS FORMA Y Z350.....     | 37 |
| TABLA N° 8: COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS RESINAS NANOHIBRIDAS MAGMA NT Y Z350 ..... | 39 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| GRAFICO Nº 1: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA RESINA NANOHIBRIDA Z350 (MPa) ...       | 27 |
| GRAFICO Nº 2: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA RESINA NANOHIBRIDA MAGMA NT (MPa) ..... | 29 |
| GRAFICO Nº 3: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA RESINA NANOHIBRIDA FORMA (MPa) .....    | 31 |
| GRÁFICO Nº 4: COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS RESINAS NANOHIBRIDAS.....                       | 33 |
| GRAFICO Nº 5: COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS RESINAS NANOHIBRIDAS FORMA Y MAGMA NT ...       | 36 |
| GRAFICO Nº 6: COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS RESINAS NANOHIBRIDAS FORMA Y Z350 .....         | 38 |
| GRAFICO Nº 7: COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS RESINAS NANOHIBRIDAS MAGMA NT Y Z350 .....      | 40 |

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la resistencia a la compresión de tres resinas nanohíbridas FILTEK™ Z350 XT, Magma NT y FORMA fotopolimerizadas con una lámpara de luz LED Woodpecker modelo I con una intensidad de 1000mW/cm<sup>2</sup>.

Se elaboró 36 probetas de resina de 3.5 mm de diámetro y 7 mm de longitud, fueron preparadas en una matriz metálica utilizando la técnica incremental polimerizando 20 segundos en cada incremento. Se eliminó los excesos de resina con un disco soflex de grano medio, fino y ultra fino.

Se dividieron las probetas en 3 grupos de 12 muestras a su respectiva marca. Posteriormente las probetas fueron llevadas al laboratorio de materiales de la facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Católica Santa María donde fueron sometidas al test de resistencia a la compresión en la maquina universal de polímeros.

Para la recolección de datos se utilizó la técnica observacional con ayuda de una ficha de registro en donde se anotó la información en MPa de cada probeta.

Los resultados demostraron que el valor promedio de resistencia a la compresión de la resina nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT fue de 219.2 MPa, el valor promedio de resistencia a la compresión de la resina nanohíbrida Magma NT fue de 186.8 MPa y el valor promedio de resistencia a la compresión de la resina nanohíbrida FORMA 182.9 MPa.

Se concluyó que la resina nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT posee mayor resistencia a la compresión frente a las resinas nanohíbridas Magma NT y FORMA.

**Palabras clave:** Resinas, incremental, resistencia a la compresión, nanohíbridas.

## ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the compressive strength of three nanohybrid resins FILTEK™ Z350 XT, Magma NT and FORMA light-cured with a Woodpecker model I LED light lamp with an intensity of 1000mW / cm<sup>2</sup>.

It was made 36 resin specimens 3.5 mm in diameter and 7 mm in length, were prepared in a metal matrix using the incremental technique polymerizing 20 seconds on each increment. Excess resin was removed with a soflex disc medium grain, fine and ultra-fine.

The specimens were divided into 3 groups of 12 samples at their respective brand. Later the specimens were taken to the materials laboratory of the Faculty of Mechanical Engineering of the Santa Maria Catholic University they were subjected to the compressive strength test in the universal polymer machine.

For data collection the observational technique was used with the help of a registration form where the information in MPa of each test piece was recorded.

The results showed that the average compression resistance value of the FILTEK™ Z350 XT nanohybrid resin was 219.2 MPa, the average compression resistance value of Magma NT nanohybrid resin was 186.8 MPa and the average resistance value at Compression of the nanohybrid resin FORM 182.9 MPa.

It was concluded that the FILTEK™ Z350 XT nanohybrid resin has a higher compression resistance against Magma NT and FORMA nanohybrid resins.

**Keywords:** Resins, incremental, compressive strength, nanohybrid.

## INTRODUCCIÓN

Los composites fueron definidos por Phillips como una combinación tridimensional de dos materiales de distinta naturaleza química y con interfaces diferentes (1).

Cuando Bowen desarrollo el Bis-GMA y el grabado ácido por Bounocuore este material ha sido activamente investigado ocasionando en él cambios tanto en su composición química, en la forma de manipulación y en sus partículas de relleno, todas logrando una mejora en sus propiedades físicas y mecánicas (1).

Con el pasar del tiempo las resinas compuestas se ha convertido en uno de los materiales más utilizados en la odontología restauradora obteniendo un alto grado de aceptación por parte de los pacientes y por parte de los odontólogos.

Por otro lado las fracturas cohesivas de las restauraciones de resina compuesta son un problema que ocurre frecuentemente en pacientes debido a las fuerzas oclusales ejercidas específicamente en la zona posterior de premolares y molares durante la masticación. Estas evaluadas mediante tensiómetros y sistemas de telemetría oscilando entre 200N y 3500N (1).

En la actualidad existe una gran variedad de resinas compuestas en el mercado de materiales dentales siendo este el motivo de mi interés de encontrar la mejor resina nanohibrida la cual responda satisfactoriamente a las fuerzas oclusales ejercidas sobre la restauración para obtener un resultado clínico exitoso, por el cual el objetivo principal de este estudio será medir la resistencia a la compresión de tres resinas nanohibridas FILTEK™ Z350 XT (3M-ESPE), Magma NT (PrevestDenPro) y FORMA (Ultradent) fotopolimerizadas con una lámpara de luz LED y determinar cuál presenta mejores propiedades a la compresión.

En el primer capítulo se tratará los temas teóricos tales como la determinación del problema, los objetivos, y bases teóricas de las resinas compuestas.

En el segundo capítulo se detallará las técnicas, instrumentos y la estrategia de recolección de datos del presente estudio.

Seguidamente en el tercer capítulo después de la experimentación se darán a conocer los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión en las resinas

estudiadas y los análisis estadísticos realizados, se realizarán las conclusiones de acuerdo a los resultados y las respectivas recomendaciones.





**CAPÍTULO I:  
PLANTEAMIENTO TEÓRICO**

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Determinación del Problema

Las fracturas cohesivas en los materiales de restauración específicamente en la resina compuesta son un problema que frecuentemente ocurre en pacientes debido a las fuerzas oclusales ejercidas en la zona posterior durante los actos de masticación las cuales fueron evaluadas oscilando entre 200N y 3500N (1).

En la actualidad uno de los materiales más usados en la odontología restauradora es la resina compuesta obteniendo un alto grado de aceptación por parte del paciente y el odontólogo ya que estas nos brindan un alto grado de estética y mimetización con relación a los dientes.

Siendo este el motivo de mi interés de encontrar la resina con las mejores propiedades físicas y mecánicas para lograr la longevidad de la restauración y que esta a su vez puedan responder satisfactoriamente a las fuerzas oclusales para obtener un resultado clínico exitoso.

Por lo anterior expuesto surge el propósito de determinar y comparar la resistencia a la compresión de tres resinas nano híbridas de las marcas FILTEK™ Z350 XT (3M-ESPE), Magma NT (PrevestDenPro) y FORMA (Ultradent).

### 1.2 Enunciado

“Resistencia a la compresión de tres resinas nanohíbridas (FILTEK™ Z350 XT, Magma NT y FORMA) fotopolimerizadas con una lámpara de luz L.E.D., U.C.S.M, Arequipa 2019”.

### 1.3 Descripción del Problema

Área del Conocimiento:

- Área General: Ciencias de la Salud

- Área Específica: Odontología
- Especialidad: Cariología
- Tópico: Materiales dentales

#### 1.4 Operacionalización de Variables

| VARIABLES                               | INDICADORES        | SUBINDICADORES                                                                                                                     |
|-----------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resinas nanohíbridas<br>FILTEK™ Z350 XT |                    |                                                                                                                                    |
| Resinas nanohíbridas Magma NT           |                    |                                                                                                                                    |
| Resinas nanohíbridas<br>FORMA           |                    |                                                                                                                                    |
| Resistencia a la compresión             | Megapascales (MPa) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor resistencia a la compresión</li> <li>• Menor resistencia a la compresión</li> </ul> |

### 1.5 Interrogantes Básicas

- ¿Cuál será la resistencia a la compresión de una resina nanohibrida FILTEK™ Z350 XT fotopolimerizadas con una lámpara de luz L.E.D?
- ¿Cuál será la resistencia a la compresión de una resina nanohibrida Magma NT fotopolimerizadas con una lámpara de luz L.E.D?
- ¿Cuál será la resistencia a la compresión de una resina nanohibrida FORMA fotopolimerizadas con una lámpara de luz L.E.D?
- ¿Cuál de las tres resinas nanohíbridas presentará mayor grado de resistencia mecánica a la compresión?

### 1.6 Taxonomía de la Investigación

| Abordaje     | TIPO DE ESTUDIO                  |                                                 |                                               |                                                 |                                 | DISEÑO       | NIVEL       |
|--------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|-------------|
|              | 1. Por la técnica de recolección | 2. Por el tipo de dato que se planifica recoger | 3. Por el número de mediciones de la variable | 4. Por el número de muestras de las poblaciones | 5. Por el ámbito de recolección |              |             |
| Cuantitativo | Experimental                     | Prospectivo                                     | Transversal                                   | Comparativo                                     | Laboratorial                    | Experimental | explicativo |

### 1.7 Justificación

- **Originalidad**

No existe en la Universidad Católica de Santa María estudios que determinen la resistencia a la compresión en resinas nanohíbridas FILTEK™ Z350 XT (3M-ESPE), Magma NT (PrevestDenPro) y FORMA (Ultradent)

- **Relevancia científica**

La investigación posee relevancia científica en la cual radica en el interés de conocer la resistencia a la compresión de tres resinas nanohíbridas de las marcas FILTEK™ Z350 XT, Magma NT y FORMA ayudando al odontólogo en la elección del mejor material restaurador para bienestar del paciente y éxito clínico de los tratamientos.

- **Viabilidad**

Se trata de una investigación viable puesto que las condiciones de dicho estudio son realizables, se ha previsto la disponibilidad de unidades de estudio, recursos, tiempo y presupuesto.

- **Interés Personal**

Interés personal para obtener el título profesional de Cirujano Dentista.

- **Contribución académica**

Sera un aporte para la escuela profesional de odontología de la UCSM ya que serviría como base de datos para futuros trabajos de investigación de la facultad específicamente en el área de odontología restauradora.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Comparar la resistencia a la compresión de tres resinas nanohíbridas (FILTEK™ Z350 XT, Magma NT y FORMA) fotopolimerizadas con una lámpara de luz L.E.D.

## 2.2 Objetivos Específicos

1. Determinar la resistencia a la compresión de una resina nanohibrida FILTEK™ Z350 XT fotopolimerizadas con una lámpara de luz L.E.D.
2. Determinar la resistencia a la compresión de una resina nanohibrida Magma NT fotopolimerizadas con una lámpara de luz L.E.D.
3. Determinar la resistencia a la compresión de una resina nanohibrida FORMA fotopolimerizadas con una lámpara de luz L.E.D.
4. Comparar los valores de resistencia a la compresión obtenidas de las resinas FILTEK™ Z350 XT, Magma NT Y FORMA.

## 3. MARCO TEÓRICO:

### Resinas Compuestas

#### 3.1. Composición

##### 3.1.1. Matriz Orgánica

Compuesta básicamente por cuatro componentes como lo son el Bis-GMA, moléculas UDMA, moléculas TEDGMA, hidroquinona, Sílice coloidal y la canforquinona como activador fofil (2).

##### 3.1.2. Inorgánica

También llamada fase dispersa compuesta por rellenos de vidrio boro silicato, vidrio de bario, zirconio, estroncio, silicato de aluminio (2).

##### 3.1.3. Agente de Enlace

Una molécula bifuncional es la que permite que se una la fase de resina con la fase dispersa ya que son de diferente naturaleza (1).

Todos los compuestos de resina actual contienen un agente adhesivo que permite que estén unidos la matriz y el relleno, los más usuales son los silanos orgánicos tales como el gamma-metacril-oxipropil-trimetoxisilano el cual concede que la matriz del polímero más blanda transmita las tensiones a las partículas de relleno más duras (1).

### **3.2. Clasificación**

#### **3.2.1. Según su Consistencia**

##### **3.2.1.1. Resinas Fluidas**

Una cambio de las resinas de micro relleno y las resinas híbridas generaron la resina compuesta fluida a la cual se le disminuyó el valor de relleno con el objetivo de tener un material que fluya cómodamente por la cavidad y a su vez se adapte a la forma cavitaria ayudando al especialista a realizar bases cavitarias bien adaptadas. Otro empleo que se le da a las resinas fluidas o “flow” es previniendo las caries como selladores de fisuras (3).

##### **3.2.1.2. Resinas Condensables**

Todo lo opuesto a las resinas fluidas son las resinas de alta viscosidad o condensables, nos ofrecen un alto grado de viscosidad, mayor manipulación al momento de realizar los puntos de contacto y una buena reproducción oclusal. El principal inconveniente es que no tienen una buena ajuste entre capa y capa, al momento de restaurar piezas anteriores no tienen una buena estética por el nivel de dificultad al instante de manipularla (4).

### **3.3. Tipo de Relleno**

#### **3.3.1. Resinas de Macrorelleno**

También llamadas convencionales están formadas por cristales de cuarzo de 1 y 100  $\mu\text{m}$ , en la actualidad este tipo de resinas son poco usadas por tener grandes desventajas como su rugosidad superficial,

el pulido no es el adecuado, rugosa superficialmente obteniendo resultados clínicos malos (5).

Son más fuertes a la abrasión

### **3.3.2. Resinas de Microrrelleno**

Contienen partículas de  $0.04 \mu\text{m}$  ( $40\text{nm}$ ) , muestra un semblante muy suave, presentan propiedades físicas y mecánicas inferiores a las resinas de macrorrelleno , esto se debe a la diferenciación entre el relleno inorgánico y la resina lo que produce absorción de agua , reducción del módulo elástico y propagación térmica , por otro lado nos ofrece una gran resistencia al desgaste (3).

### **3.3.3. Resinas Híbridas**

Este tipo de composite mezcla las propiedades de las resinas de macrorrelleno y las de microrrelleno a su vez las partículas de relleno que la conforman son el sílice coloidal y partículas de vidrio triturado tienen un tamaño promedio de  $0.4$  y  $1 \mu\text{m}$ . Es provechoso expresar que gracias a su superficie lisa y su buena resistencia son usadas en dientes anteriores, en preparaciones de clase IV (3).

### **3.3.4. Resinas Microhíbridas**

Este tipo de resinas mezclan las propiedades de una resina híbrida con una resina de microrrelleno siendo características favorables para este tipo de resinas su variedad de colores , fluorescencia, suavidad después del pulido , siendo más fuerte frente al desmoronamiento presentando en su composición valores de  $0.4$  y  $0.8 \mu\text{m}$  (6).

### **3.3.5. Resinas Nanohíbridas**

Este tipo de resinas fue desarrollado recientemente, tienen partículas inferiores a los  $10\text{nm}$  ( $0.01 \mu\text{m}$ ) (2).

Este tipo de nanotecnología nos ofrece una mayor traslucidez, alto grado de pulido y resistencia al desgaste, en su composición presenta

a los llamados nanocluster los cuales están conformados por partículas de zirconia o silica obteniendo un alto grado de carga del 75% permitiendo mejorar su resistencia con mejor manipulación frente a las resinas híbridas y nano híbridas (2).

### **3.4. Composición de las Resinas Estudiadas**

#### **3.4.1. FILTEK™ Z350 XT (3M-ESPE)**

La resina Z350 XT en su composición presenta bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA. La carga de relleno inorgánico es aproximadamente de 72.5% por peso (55.6% por volumen) para los tonos translúcidos y 78.5% por peso (63.3% por volumen) para el resto de tonos (7).

#### **3.4.2. Forma (ultradent)**

FORMA en su composición presenta Bis-GMA, TEGDMA, Bis-EMA y UDMA, en la parte inorgánica su base es de zirconio/sílice y vidrio de bario indicada para su uso en restauraciones anteriores y posteriores. FORMA es radiopaca (8).

#### **3.4.3. Magma NT (PrevestDenPro)**

Magma NT Nano Ceramic es una resina compuesta indicada para restauraciones de dientes anteriores y posteriores. Contiene rellenos de nano sílice y relleno de Zirconio (9).

### **3.5. Polimerización**

#### **3.5.1. Activación Química**

Las primeras resinas compuestas eran las que endurecían por activación química, recibía el nombre de auto polimerización, su estimulación se daba cuando se mezclaba dos pastas antes de su uso.

El problema de las resinas autopolimerizables era que el odontólogo no tenía control en el tiempo de trabajo por lo tanto la manipulación tenía

que realizarse de forma rápida una vez mezclados los componentes de resina (3).

### **3.5.2. Activación Por Luz**

Debido a las dificultades presentadas por las resinas autopolimerizables los fabricantes elaboraron resinas que en su composición tengan un sistema iniciador fotosensible la cual permitiría al operador una mejor manipulación al momento de la inserción y el modelado. Para el fraguado de las resinas compuestas se necesitan de 20 segundos para foto polimerizar una capa de 2 mm de grosor estas a su vez deben ser colocadas de forma incremental no sobrepasando los 2 mm ya que la penetración de luz será restringida (3).

## **3.6. Tipos de Lámparas Empleadas en la Fotopolimerización**

### **3.6.1. Lámparas De Cuarzo Tungsteno**

Más conocida en el mercado dental como halógenas. En su composición presentan un foco halógeno de cuarzo tungsteno brindando distintas potencias desde los 35 a 300 watts con un filtro que brinda el paso de longitud de onda compatibles con los sistemas de iniciación (canforquinona) de 400 y 500 nm, a esto se le agrega que presentan un sistema de enfriamiento, temporizador y en algunos casos un radiómetro teniendo como vida útil un alrededor de 50h demostrando un cumplimiento óptimo en el trabajo clínico y además de tener un fácil mantenimiento (10).

### **3.6.2. Lámparas LED**

Estas unidades de polimerización fueron introducidas en el mercado dental en la década de los noventa con la novedad de tener una fuente de luz más eficaz a la de las halógenas presentando además modelos inalámbricos con baterías recargables (10).

La primera generación de las unidades de polimerización LED presentaba en su fabricación varios LED individuales las cuales al ser

emitidas de forma conjunta lograban la potencia necesaria para activar la canforquinona, usando baterías de Níquel-cadmio (10).

En la segunda generación de las unidades de polimerización LED presentan mayor potencia de emisión que las de primera generación a su vez se incorporaron en estas un sistema de enfriamiento debido a que producían un incremento de temperatura al momento de emitir luz (10).

La tercera generación de unidades de polimerización LED añadieron en su fabricación chips con el propósito de emitir distintas longitudes de onda estas a su vez utilizan baterías de iones de litio o baterías de níquel-metal hidruro (10).

Como se mencionó anteriormente se necesita de fotoiniciadores para activar la polimerización de los monómeros, el iniciador más usado es la canforquinona absorbiendo la luz en 390 a 510 nm de longitud de onda siendo su principal desventaja su color amarillento y esto altera de forma negativa la restauración final, es por esto que los fabricantes introdujeron fotoiniciadores blanquecinos como la propanodiona (11).

Se considera adecuado 1.000 mW/cm<sup>2</sup> para asegurar una buena polimerización, si no se cumple con este parámetro los adhesivos y las resinas compuestas no serán polimerizadas en su totalidad así como también se recomienda el uso de un radiómetro para medir la intensidad de nuestra lámpara LED (11).

#### Intensidad lumínica de lámparas de polimerización LED

| Lámpara              | Fabricante       | Intensidad Lumínica [mW/cm <sup>2</sup> ] |                 | Porcentaje de lámparas de polimerización con una intensidad lumínica inferior al 70% del valor declarado pro el fabricante |
|----------------------|------------------|-------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |                  | Datos del Fabricante                      | Valores Medidos |                                                                                                                            |
| bluephase            | Ivoclar Vivadent | 1,100 (+/- 10%)                           | 1,066           | 0 %                                                                                                                        |
| Smartlite PS*        | Dentsply         | 950                                       | 927             | 0 %                                                                                                                        |
| Mini L.E.D.*         | Satelec          | 1,250                                     | 872             | 50 %                                                                                                                       |
| FlashLite 1401*      | Discus dental    | 1,400                                     | 859             | 88 %                                                                                                                       |
| Radii*               | SDI              | 1,400                                     | 825             | 86 %                                                                                                                       |
| L.E Demetron 1*      | KerrHawe         | 1,000                                     | 699             | 67 %                                                                                                                       |
| Elipar Freelight 2*  | 3M Espe          | 1,000                                     | 602             | 58 %                                                                                                                       |
| Translux Power Blue* | Heraeus Kulzer   | 1,000                                     | 513             | 100 %                                                                                                                      |
| Elipar Freelight 1*  | 3MEspe           | 400                                       | 231             | 88 %                                                                                                                       |

Datos de intensidad lumínica proporcionados por los fabricantes y los obtenidos mediante medición en el estudio.  
\*No marcas registradas de Ivoclar Vivadent AG

Fuente: Ivoclar Vivadent

### 3.6.3. ¿Cuánto tiempo se debe polimerizar para obtener resultados óptimos?

Se necesita de 16000 milijulios/cm<sup>2</sup>

| Dosis                                               |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|
| (Intensidad lumínica x tiempo mWs/cm <sup>2</sup> ) | 16,000 | 16,000 | 16,000 |
| Intensidad lumínica                                 |        |        |        |
| (mW/cm <sup>2</sup> )                               | 400    | 800    | 1,600  |
| Tiempo de fotopolimerización                        |        |        |        |
| (s)                                                 | 40     | 20     | 10     |

Fuente: Koran P, Kürschner R, 'Effect of sequential versus continuous irradiation of a light-cured resin composite on shrinkage, viscosity, adhesion and degree of polymerization', Am J Dent 10, 17-22 (1998).

## 3.7. Compresión

### 3.7.1. Prueba de Compresión

La prueba o ensayo de compresión se realiza en cualquier tipo de material para obtener información sobre su resistencia a una carga uniaxial.

### 3.7.2. Características del Ensayo de Compresión

Primero se elaboran probetas cilíndricas de acuerdo a las características del ensayo y al tipo de material usualmente se recomienda que las proporciones sean de 2 a 1, la base del cilindro debe ser paralela para que queden fijas en las placas y evitar errores en el estudio y una distribución no uniforme de las fuerzas.

Las fuerzas compresivas se aplican en la probeta las cuales aumentaran poco a poco hasta lograr la fractura del material, la carga máxima de ruptura quedara registrada en los indicadores de la prensa.

### 3.7.3. Cálculo del Límite por Resistencia de Compresión

Se calcula a partir de la fórmula:

$$\sigma_c = P_c / S_o \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

- $\sigma_c$  - límite de resistencia a compresión
- $P_c$  - esfuerzo de rotura por compresión en kg
- $S_o$  - área de la sección transversal de la probeta en  $\text{cm}^2$  (12).

## 4. REVISIÓN DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

### LOCALES:

#### **a) RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ENTRE UNA RESINA CON TÉCNICA INCREMENTAL FILTEK™ Z350 XT DE 3M ESPE Y UNA MONOINCREMENTAL FILTEK™ BULK FILL DE 3M ESPE**

#### **ESTUDIO IN VITRO, AREQUIPA, 2017.**

DIEGO DASHIELL GUERRA MIDOLO Universidad Alas Peruanas Arequipa 2017.

Mediante esta investigación donde fueron evaluados dos resinas de nanorrelleno, ambas de la marca 3M ESPE pero con técnicas de trabajo diferentes, la primera FILTEK™ BULK FILL, utiliza monoincrementos de 4mm a 5mm de profundidad, y la otra, la resina FILTEK™ Z350 XT, utiliza una técnica incremental de 2mm.

Para esta investigación, se sometieron 10 muestras de cada resina que fueron fabricadas en un cilindro de acero de 8 mm y 4 mm de diámetro, luego dichas muestras fueron polimerizadas según las instrucciones del fabricante, también fueron pulidas para asegurarse la uniformidad del área de las muestras. Posteriormente, se sometieron al ensayo de compresión en la máquina universal, donde los resultados obtenidos fueron en Megapascales (MPa), dichos resultados reflejaron que la resina FILTEK™ Z350 XT con técnica incremental obtuvo mayor resistencia a la compresión

(214.61 MPa) que la FILTEK™ BULK FILL (196.17 MPa), siendo estas diferencias estadísticamente significativas, por ende, la primera resina fue mejor que la segunda por obtener mayor resistencia a la compresión (13).

#### **NACIONALES:**

##### **b) COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA DE RESINAS CONVENCIONALES VS RESINAS TIPO BULK FILL**

Paloma Acurio-Benavente, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, UPC. Lima-Perú, 2017

En esta investigación se comparó dos resinas tipo bulk fill y dos resinas (SonicFill™, Tetric® N-Ceram Bulk Fill, Filtek™ Z250 XT, Te-Econom Plus®) convencionales siendo un global de 136 muestras en 8 grupos, la prueba de resistencia a la compresión se realizó en la máquina Instron teniendo como resultado que la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill presentó los valores compresivos mayores con respecto al de las otras resinas, a su vez presentando diferencias estadísticamente significativas concluyendo que este tipo de resinas son una buena alternativa para la restauración de dientes posteriores (14).

##### **c) RESISTENCIA COMPRESIVA DE TRES RESINAS COMPUESTAS INDICADAS PARA RESTAURACIÓN POSTERIOR, IN VITRO, LIMA**

López Portocarrero, Jarly, Universidad Federico Villareal Lima 2018

Por medio del presente estudio, donde se desea comparar la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas, donde fueron evaluadas 15 muestras de cada resina (TPH SPECTRUM microhíbrida, Z250 microhíbrida, TPH3 nanohíbrida y Z250 XT nanohíbrida) de 4 mm de diámetro por 8 mm de altura, siendo un global de 60 muestras, que luego fueron evaluadas en una máquina universal de ensayos marca AMSLER donde se les hizo la prueba de la resistencia compresiva. Posteriormente, se determinó 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. La resistencia a la compresión de la resina microhíbrida TPH SPECTRUM fue superior a la microhíbrida Z250 y las nanohíbridas TPH3 y Z250 XT, mientras que los tres últimos grupos primeramente señalados presentaron una resistencia a la compresión similar (15).

**d) ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA DE RESINAS COMPUESTAS MICROHIBRIDAS Y NANOHIBRIDAS , Lima**

Edison David, Huayhua Revolledo Universidad Nacional Mayor de San Marcos 2013

En este estudio las resinas evaluadas fueron Filtek Bulk Fill, nanohíbrida FiltekZ250XT y microhíbrida Filtek P60 las cuales fueron sometidas a una prueba de resistencia a la compresión, se elaboraron 24 probetas las cuales fueron divididas en 3 grupos, esta prueba se realizó en la maquina CMT-5L de la marca LG registrando en la resina Filtek Bulk Fill 195,84 MPa, FiltekZ250XT 289,39 MPa y para Filtek P60 268,83.

Finalmente se pudo deducir que presentan diferencia significativa entre la resina Filtek Bulk Fill con las resinas Filtek Z250XT y Filtek P60 (16).

**INTERNACIONALES:**

**e) RESISTENCIA A LA FUERZA DE COMPRESIÓN: RESINA NANOHIBRIDA Y NANOPARTICULADA. ESTUDIO IN VITRO**

Once Guanga Diana Elizabeth, Universidad Central del Ecuador

Esta pesquisa planteó contrastar la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas nanohíbridas y nanoparticuladas, mediante un investigación in vitro, experimental, aplicado referente una población conformada por dos tipos de resina analizadas en la presente investigación, constituyendo una muestra no probabilística, conformada por 10 muestras de resina por tipo para un total de 40 muestras que fueron elaboradas por la investigadora y a las cuales se le hizo la ensayo de compresión por intermedio de una

máquina universal de ensayo. Finalmente se concluye que las resinas que soportan mayor fuerza de compresión son las resinas nanoparticuladas (17).

**f) ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA Y LA DUREZA SUPERFICIAL DE UN SISTEMA DE RESINA COMPUESTA MONOINCREMENTAL (SONICFILL™) Y UNO CONVENCIONAL (HERCULITE® PRECIS).**

Ignacio Botto González, Universidad de Chile 2013

En esta investigación se buscó comparar la resistencia a la compresión entre una resina Sonicfill™ y una Herculite® Precis, se realizaron 30 cilindros con un diámetro de 4mm y 5 mm las cuales fueron evaluadas en una maquina Tinius Olsen HK-S , obteniendo como resultado que la resina Sonicfill™ presenta mejor resistencia a la compresión que la resina Herculite®, a su vez presentando una diferencia estadísticamente significativa entre las dos resinas estudiadas (18).

## 5. HIPÓTESIS

Dado que los materiales de restauración en la actualidad presentan en su composición un diferente porcentaje de partículas nanométricas de zirconio o nano silica mejorando la contracción en la polimerización

Será probable que los valores de resistencia a la compresión de las resinas nanohíbridas FILTEK™ Z350 XT (3M-ESPE), Magma NT (PrevestDenPro) y FORMA (Ultradent) sean diferentes.



**CAPÍTULO II:  
PLANTEAMIENTO OPERACIONAL**

## 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

### 1.1. Técnica

Se utilizara la técnica observacional para obtener, evaluar y comparar la resistencia a la compresión entre las tres marcas de resinas (FILTEK™ Z350 XT, Magma NT y FORMA).

#### 1.1.1. Precisión de la técnica:

Se empleara la maquina universal de polimeros como técnica de recolección para recoger información de las variables.

#### 1.1.2. Esquematización:

| VARIABLE                             | TECNICA       | PROCEDIMIENTO |
|--------------------------------------|---------------|---------------|
| Resistencia mecánica a la compresión | Observacional | Laboratorial  |

#### 1.1.3. Descripción de la Técnica

- Se elaboró una matriz metálica para la aplicación de las resinas nanohíbridas con el objetivo que de estas den forma a probetas con una longitud de 7mm y un diámetro de 3.5
- Se colocaron las resinas compuestas en el interior de las matrices metálicas ayudados de una espátula de resina utilizando la técnica incremental.
- Cada incremento fue de 1.5mm o 2mm y se fotocuró 20segundos.

- En cuanto a la polimerización se utilizó una Lámpara Led Fotocurado Woodpecker del modelo I con una intensidad de 1000 mW/ cm<sup>2</sup>.
- Retiramos las probetas de la matriz metálica y las pulimos con disco soflex medio, fino y ultrafino para eliminar los excesos Se realizó un total de 36 probetas de resina ,12 de la marca FILTEK™ Z350 XT, 12 de la marca Magma NT y 12 de la marca FORMA todas en color A2.
- Se realizó un test de resistencia a la compresión de los tres grupos de resina antes mencionados en la maquina universal de polímeros en el laboratorio de materiales de la facultad de ingeniería mecánica la cual ejercerá una carga uniaxial sobre la muestra hasta producir la fractura.
- Por último los resultados se registraron en una matriz de datos para la investigación

## 1.2. Instrumentos

### 1.2.1. Instrumento documental

#### **Precisión del Instrumento:**

Para la recolección de información se utilizó una herramienta denominada Ficha de Registro in vitro.

### 1.2.2. Instrumentos mecánicos:

- Maquina universal de polímeros
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Lámpara de foto curado L.E.D.
- Lupas de magnificación

### 1.2.3. Materiales

- Matriz metálica
- Resinas Nanohíbridas FILTEK™ Z350 XT ,Magma NT, FORMA
- Discos Soflex
- Platinas de vidrio
- Espátulas de resina
- Guantes
- Barbijo
- Mandil
- Útiles de escritorio
- Campos de trabajo

### 1.3. Campo de Verificación

#### 1.3.1. Ubicación espacial

a) **Ámbito General:** Arequipa

b) **Ámbito específico:** Los estudios serán realizados en el laboratorio de materiales de la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad Católica de Santa María

#### 1.3.2. Ubicación temporal

La investigación se realizó en los meses de septiembre octubre y noviembre del 2019.

#### 1.3.3. Unidades de estudio

- Unidades de Análisis: Probetas de Resina

- Opción: Grupos
- Identificación de los Grupos: Resinas Nanohíbridas  
FILTEK™ Z350 XT, Magma NT Y FORMA.
- Control de grupos

#### 1.3.4. Criterios de inclusión

- Muestras con las dimensiones correctas (3.5 mm de diámetro y 7 mm de longitud)
- Resinas de la misma tonalidad (A2)
- Muestras correctamente pulidas sin excesos
- Muestras sin burbujas

#### 1.3.5. Criterios de exclusión

- Muestras con errores en la confección
- Muestras sin pulir
- Probetas con Burbujas

#### 1.3.6. Formalización de los Grupos

| GRUPOS          | Nº        |
|-----------------|-----------|
| FILTEK™ Z350 XT | 12        |
| Magma NT        | 12        |
| FORMA           | 12        |
| <b>TOTAL</b>    | <b>36</b> |

## 2. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN

### 2.1. Organización

- Se coordinó con el laboratorio de materiales de la facultad de Ingeniería Mecánica para la elaboración de dichos estudios
- Las probetas fueron entregadas en el laboratorio de materiales para que fueran sometidas a la prueba de compresión.
- Se recibió un informe con los resultados de la prueba de compresión

### 2.2. Recursos

#### 2.2.1. Recursos Humanos:

- Investigador: Marco Gustavo Dávila Cajaña
- Asesor: Victor Rene Nuñez Chavez
- Ing. Jonathan Almirón

#### 2.2.2. Recursos físicos:

- Material de escritorio
- Maquina universal de polímeros
- Probetas de ensayo
- Resinas FILTEK™ Z350 XT ,Magma NT y FORMA

#### 2.2.3. Recursos económicos:

- La investigación será autofinanciado.

#### 2.2.4. Recursos institucionales:

- Laboratorio de materiales de la facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Católica de Santa María.

- Biblioteca de la Universidad Católica Santa María

### 3. ESTRATEGIA PARA EL MANEJO DE RESULTADOS

#### 3.1. A nivel de sistematización

##### 3.1.1. Tipo de procesamiento

- El procesamiento de los datos fue computarizado

##### 3.1.2. Operaciones del procesamiento

###### 3.1.2.1. Clasificación de datos

Se ordenaron los resultados en una matriz de datos

###### 3.1.2.2. Análisis

| Variable investigativa      | Tipo         | Escala de medición | Estadística descriptiva                                                                                                                             | Prueba estadística |
|-----------------------------|--------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Resistencia a la compresión | Cuantitativo | Razón              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Media aritmética</li> <li>• Valor máximo</li> <li>• Valor mínimo</li> <li>• Desviación estándar</li> </ul> | ANOVA Y Tukey      |

###### 3.1.2.3. Tabulación

Se elaboraron cuadros doble entrada

###### 3.1.2.4. Graficación

Se elaboraron gráficos de barras simples.

### 3.1.2.5. Clasificación de datos

- Toda la información obtenida serán ordenados en una ficha de control.

## 3.2. A nivel de recomendaciones

### 3.2.1. Forma:

- Se establecerán sugerencias en bases a los resultados y a las conclusiones del trabajo de investigación.

### 3.2.2. Orientación:

- A nivel de formación profesional
- A nivel de ejercicio profesional
- A nivel de la línea de investigación
- A nivel de aplicación práctica



## PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

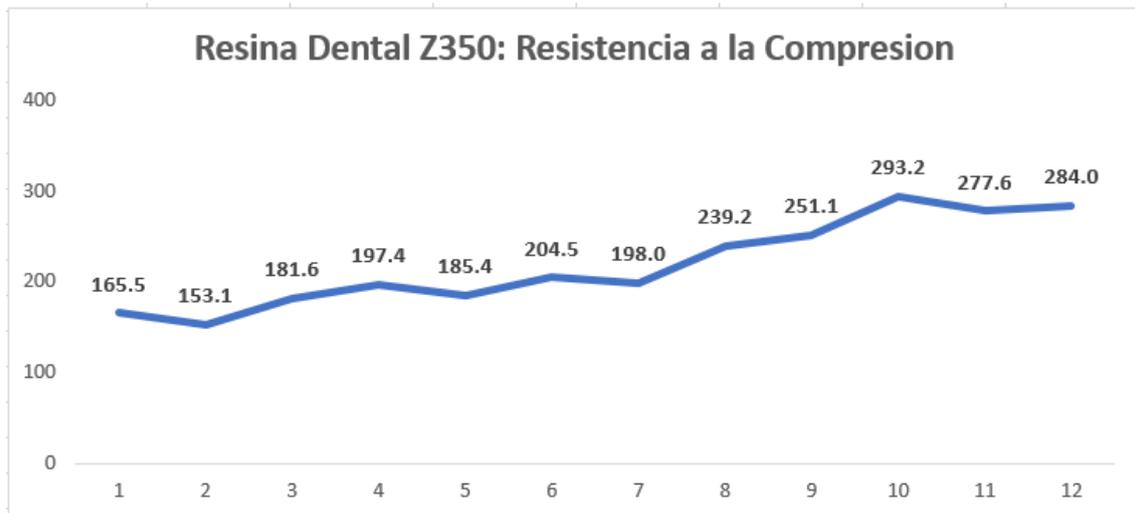
TABLA N° 1:  
RESINA NANOHIBRIDA Z350: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| Promedio                  | 219.2 |
| D. Estándar               | 48.1  |
| Valor Máximo MPa          | 251.1 |
| Valor Mínima MPa          | 153.1 |
| Coefficiente de Variación | 21.9% |
| TAMAÑO                    | 12    |

**Fuente:** Matriz de datos

Observamos que en la resina dental Z350 el promedio de resistencia a la compresión fue de 219.2 MPa. La resistencia máxima fue de 251.1 MPa y la resistencia mínima 153.1 MPa

**GRAFICO N° 1:  
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA  
RESINA NANOHIBRIDA Z350 (MPa)**



Fuente: Matriz de datos

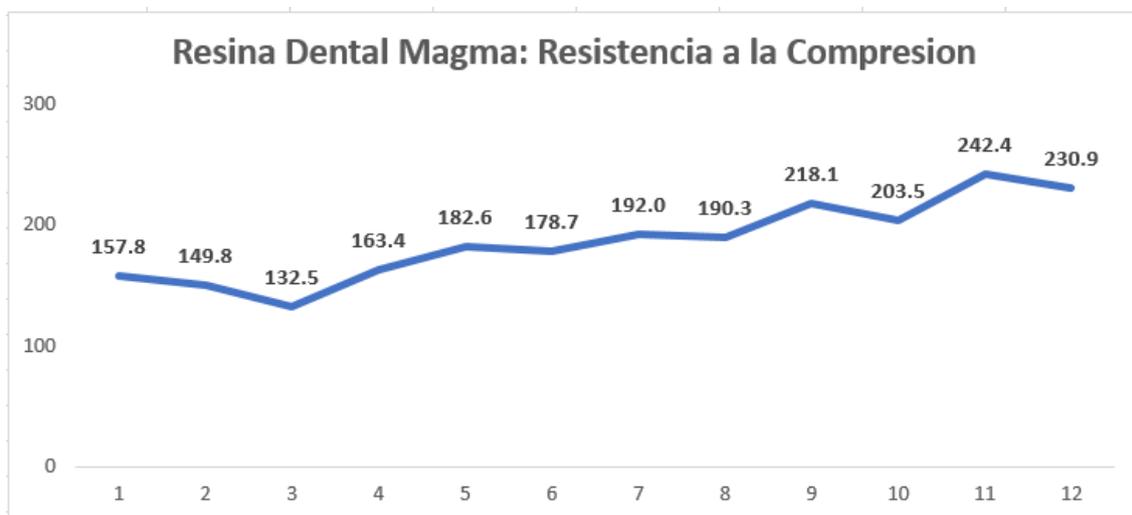
**TABLA N° 2:**  
**RESINA NANOHIBRIDA MAGMA NT: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

|                           |              |
|---------------------------|--------------|
| Promedio                  | <b>186.8</b> |
| D. Estándar               | 33.2         |
| Valor Máximo Mpa          | 242.4        |
| Valor Mínima Mpa          | 132.5        |
| Coefficiente de Variación | 17.8%        |
| TAMAÑO                    | 12           |

**Fuente:** Matriz de datos

Observamos que en la resina dental Magma el promedio de resistencia a la compresión fue de 186.8 MPa. La resistencia máxima fue de 242.4 MPa y la resistencia mínima 132.5 MPa.

**GRAFICO Nº 2:  
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA  
RESINA NANOHIBRIDA MAGMA NT (MPa)**



**Fuente:** Matriz de datos



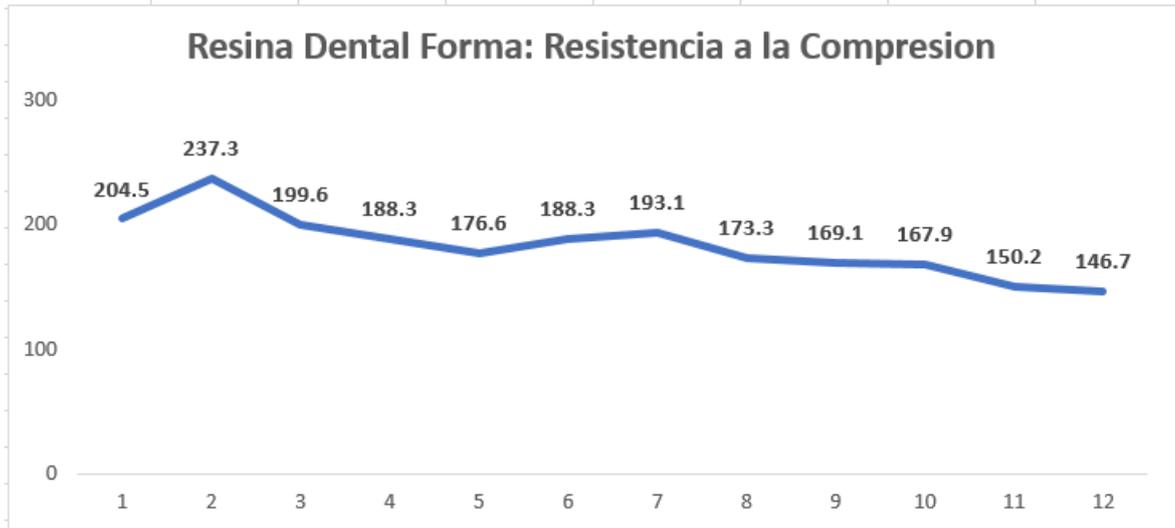
**TABLA N° 3:**  
**RESINA NANOHIBRIDA FORMA: RESISTENCIA A LA COMPRESION**

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Promedio                | <b>182.9</b> |
| D. Estándar             | 24.9         |
| Valor Máximo MPa        | 237.3        |
| Valor Mínima MPa        | 146.7        |
| Coficiente de Variación | 13.6%        |
| TAMAÑO                  | 12           |

**Fuente:** Matriz de datos

Observamos que en la resina dental Forma el promedio de resistencia a la compresión fue de 182.9 MPa. La resistencia máxima fue de 237.3 MPa y la resistencia mínima 146.7 MPa

**GRAFICO Nº 3:  
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA  
RESINA NANOHIBRIDA FORMA (MPa)**



**Fuente:** Matriz de datos



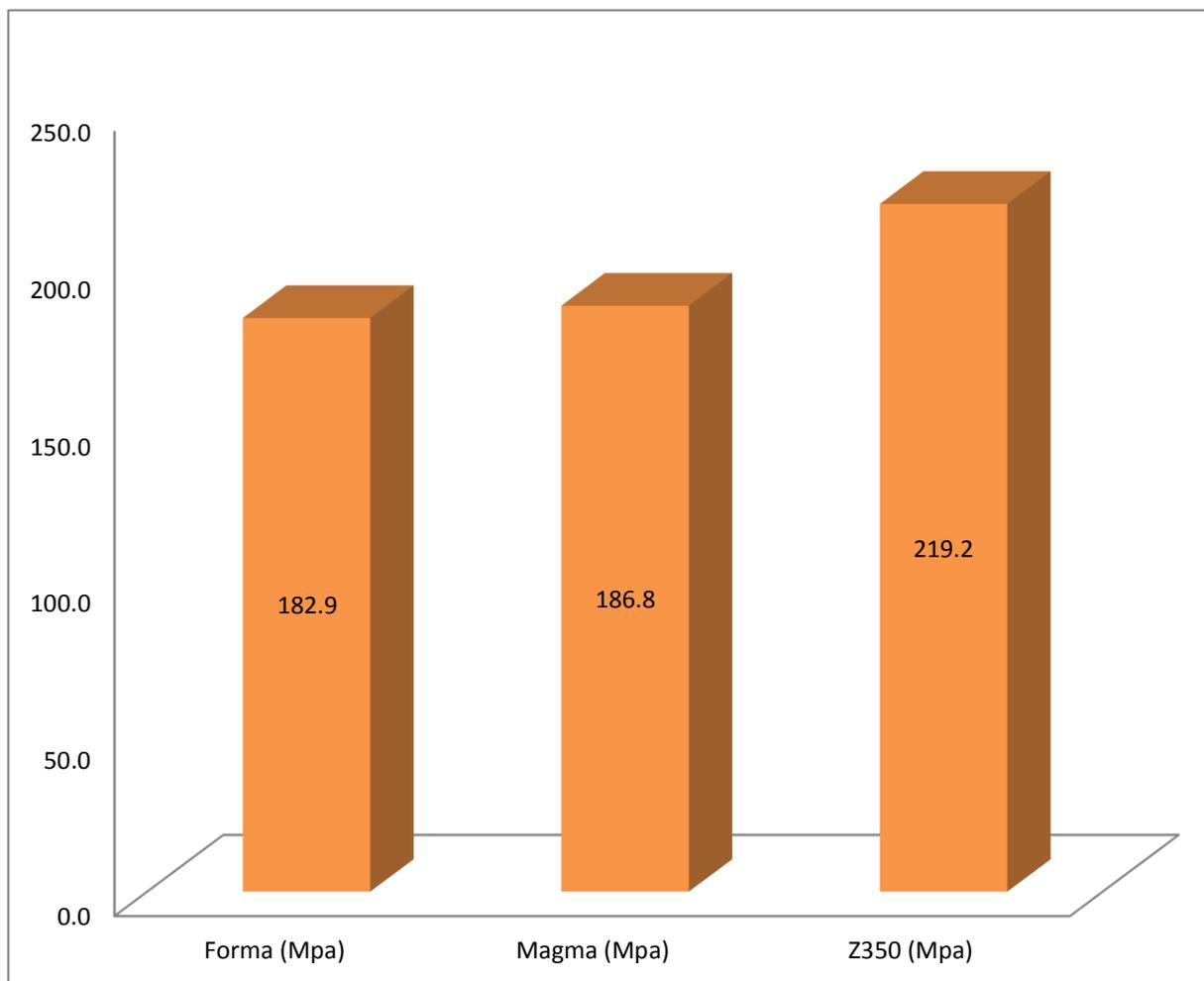
**TABLA N° 4:**  
**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS  
RESINAS NANOHIBRIDAS**

| Indicador   | Forma (MPa)  | Magma NT<br>(MPa) | Z350 (MPa)   |
|-------------|--------------|-------------------|--------------|
| Promedio    | <b>182.9</b> | <b>186.8</b>      | <b>219.2</b> |
| D. Estandar | 24.9         | 33.2              | 48.1         |
| Tamaño      | 12           | 12                | 12           |

**Fuente:** Matriz de datos

Observamos que de la comparación de la resistencia promedio entre las resinas estudiadas, la mayor resistencia MPa se dio en la resina Z350.

**GRÁFICO Nº 4:**  
**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE  
LAS RESINAS NANOHIBRIDAS**



**Fuente:** Matriz de datos

**TABLA N° 5:**  
**PRUEBA ESTADISTICA ANOVA**

|                  | Suma de<br>cuadrados | gl | Media<br>cuadrática | F     | Sig. |
|------------------|----------------------|----|---------------------|-------|------|
| Entre grupos     | 9529,524             | 2  | 4764,762            | 3,544 | ,040 |
| Dentro de grupos | 44370,593            | 33 | 1344,563            |       |      |
| Total            | 53900,116            | 35 |                     |       |      |

**Fuente:** Matriz de datos

Ho: No existe diferencia altamente significativa en la resistencia a la compresión entre las resinas nanohíbridas.

H1: Existe diferencia altamente significativa en la resistencia a la compresión entre las resinas nanohíbridas.

Dado que el  $p < 0.05$ , entonces rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1)

Según la prueba estadística de ANOVA entre Las resinas Z350, Forma y Magma NT estadísticamente existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión.

**TABLA Nº 6:**  
**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS  
RESINAS NANOHIBRIDAS FORMA Y MAGMA NT**

| Indicador   | Forma (MPa)  | Magma (MPa)  |
|-------------|--------------|--------------|
| Promedio    | <b>182.9</b> | <b>186.8</b> |
| D. Estandar | 24.9         | 33.2         |

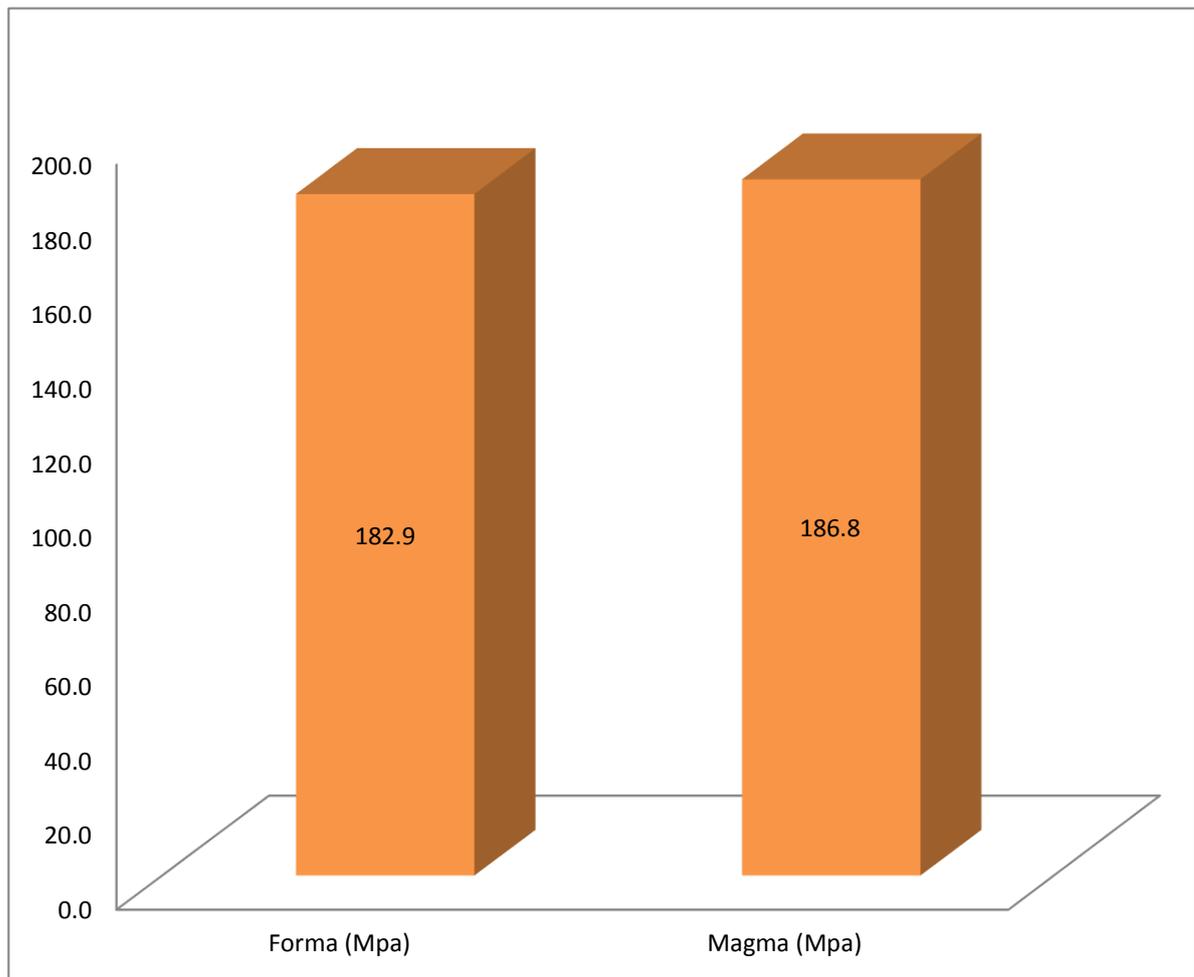
**P= 0,963 (P > 0,05) N.S.**

**Fuente:** Matriz de datos

Apreciamos que de la comparación entre la resistencia promedio de la resina Forma y Magma, se aprecia una mayor resistencia en la resina Magma.

De acuerdo a la prueba estadística de Tukey, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedio de resistencia de las resinas Forma y Magma.

**GRAFICO Nº 5:**  
**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS  
RESINAS NANOHIBRIDAS FORMA Y MAGMA NT**



**Fuente:** Matriz de datos

**TABLA N° 7:**  
**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS**  
**RESINAS NANOHIBRIDAS FORMA Y Z350**

| Indicador   | Forma (MPa)  | Z350 (MPa)   |
|-------------|--------------|--------------|
| Promedio    | <b>182.9</b> | <b>219.2</b> |
| D. Estandar | 24.9         | 48.1         |

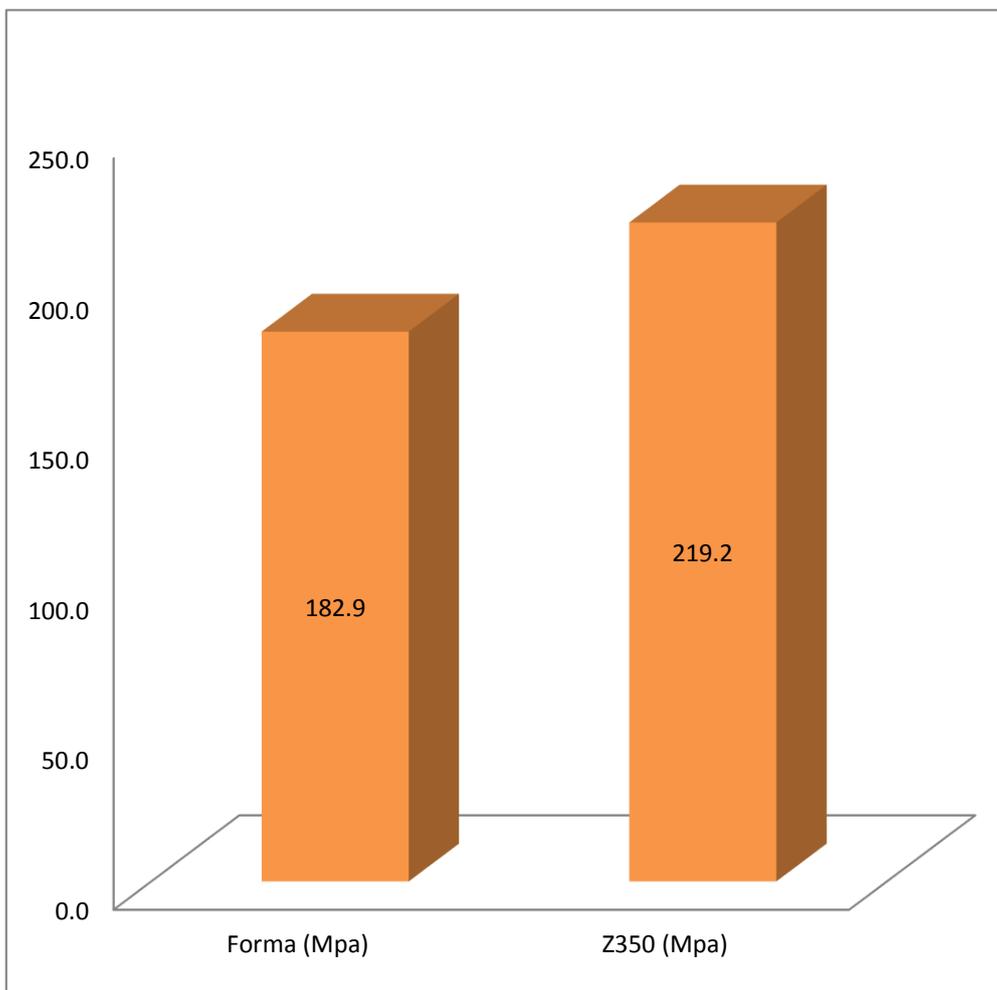
**P= 0,05 (P > 0,05) N.S.**

**Fuente:** Matriz de datos

Podemos ver que de la comparación entre la resistencia promedio de la resina Forma y Z350, se aprecia una mayor resistencia en la resina Z350.

De acuerdo a la prueba estadística de Tukey, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedio de resistencia de las resinas Forma y Z350.

**GRAFICO N° 6:**  
**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS  
RESINAS NANOHIBRIDAS FORMA Y Z350**



**Fuente:** Matriz de datos

**TABLA N° 8:**  
**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS**  
**RESINAS NANOHIBRIDAS MAGMA NT Y Z350**

| Indicador   | Magma (MPa)  | Z350 (MPa)   |
|-------------|--------------|--------------|
| Promedio    | <b>186.8</b> | <b>219.2</b> |
| D. Estandar | 33.2         | 48.1         |

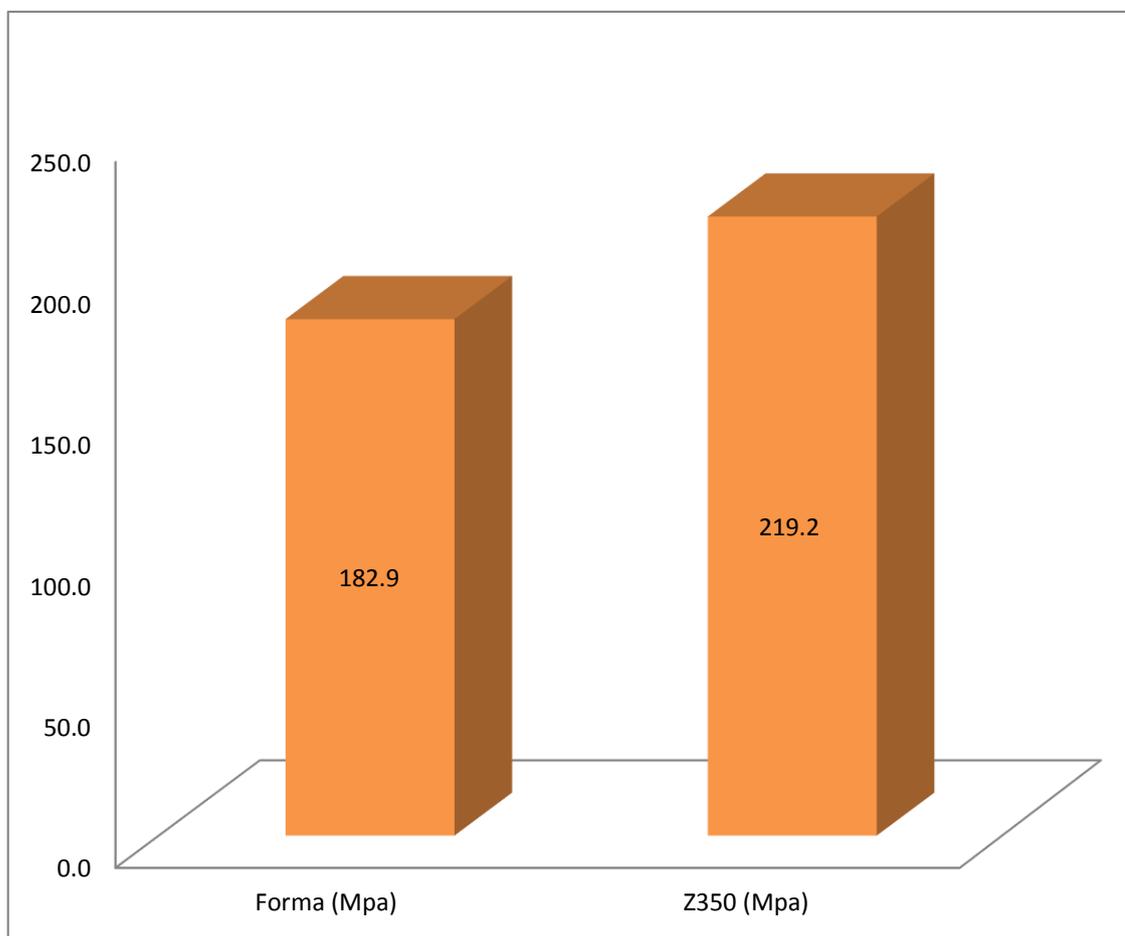
**P= 0,093 (P > 0,05) N.S.**

**Fuente:** Matriz de datos

Podemos ver que de la comparación entre la resistencia promedio de la resina Magma y Z350, se aprecia una mayor resistencia en la resina Z350.

De acuerdo a la prueba estadística de Tukey, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedio de resistencia de las resinas Magma y Z350.

**GRAFICO N° 7:  
COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS  
RESINAS NANOHIBRIDAS MAGMA NT Y Z350**



**Fuente:** Matriz de datos

## DISCUSIÓN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la resistencia a la compresión de tres resinas nanohíbridas (FILTEK™ Z350 XT, Magma NT y FORMA) fotopolimerizadas con una lámpara de luz LED de la marca Woodpecker modelo I con una intensidad de 1000mW/cm<sup>2</sup>.

Se dividieron las probetas en 3 grupos de 12 muestras cada una de acuerdo a su respectiva marca. Posteriormente las probetas fueron llevadas al laboratorio de materiales de la facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Católica Santa María donde fueron sometidas al test de resistencia a la compresión en la maquina universal de polímeros.

Acurio-Benavente concluyó que la Resistencia a la compresión de las resinas Bulk fill eran mayores al de las resinas convencionales (14).

Lopez Portocarrero por su parte en su estudio obtuvo como resultados que las resinas nanohíbridas TPH Y filtek Z250 XT tuvieron valores de resistencia a la compresión similares (15).

Huayhua Revolledo comparó resinas bulk fill frente a resinas filtek Z250 XT y p 60 obteniendo como resultado que las resinas bulk fill tenían mejor resistencia a la compresión (16).

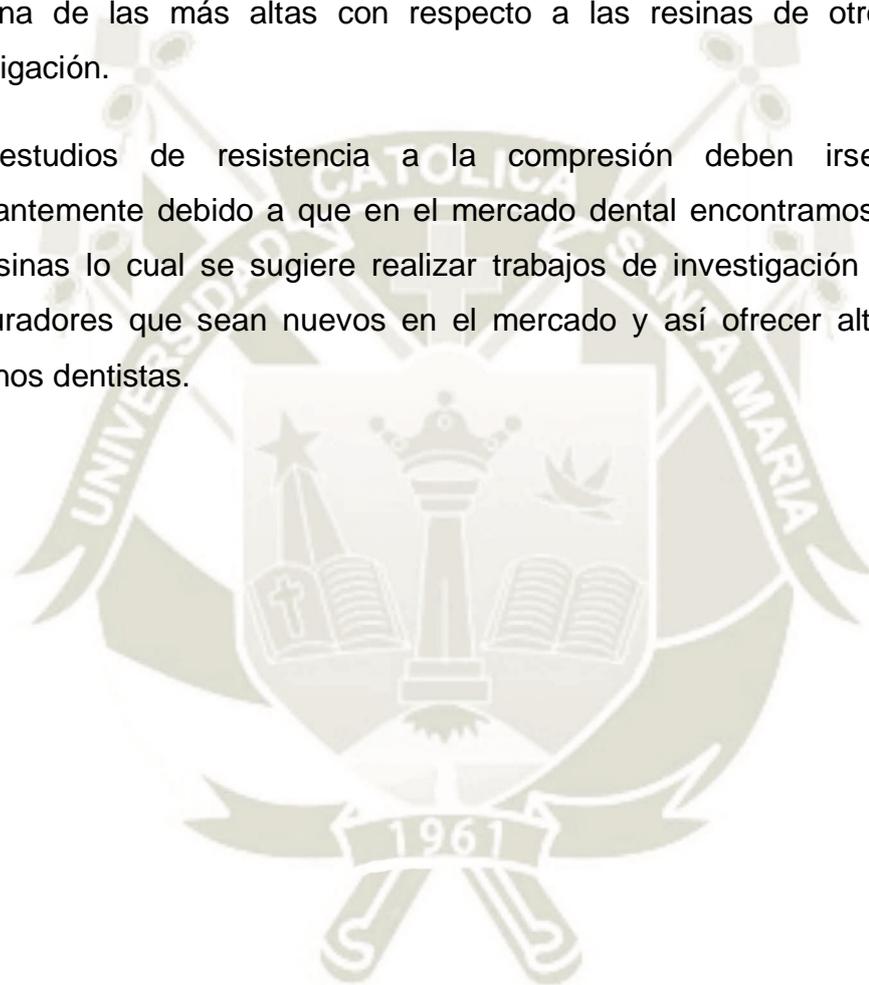
Y por último un estudio reciente por parte de Guerra Midolo en la cual comparó una resina con la técnica incremental FILTEK™ Z350 XT DE 3M ESPE y una mono incremental FILTEK™ BULK FILL DE 3M ESPE concluyendo que la resina con la técnica incremental presento mayor resistencia a la compresión con un promedio de 2.14MPa. (13).

Los resultados de este estudio demostraron que el valor promedio de resistencia a la compresión de la resina nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT fue de 219.2 MPa , el valor promedio de resistencia a la compresión de la resina nanohíbrida Magma NT fue de 186.8 MPa y el valor promedio de resistencia a la compresión de la resina nanohíbrida FORMA 182.9 MPa.

Este estudio permitió corroborar que la resina FILTEK™ Z350 XT con la técnica incremental obtuvo mejor resistencia a la compresión la cual podría ser considerada como un buen material de restauración y ser apta para resistir las fuerzas oclusales.

A su vez se comparó el promedio de resistencia a la compresión con la técnica incremental obtenida de este estudio de la resina FILTEK™ Z350 XT (219.2 MPa) fue una de las más altas con respecto a las resinas de otros trabajos de investigación.

Los estudios de resistencia a la compresión deben irse actualizando constantemente debido a que en el mercado dental encontramos gran variedad de resinas lo cual se sugiere realizar trabajos de investigación con materiales restauradores que sean nuevos en el mercado y así ofrecer alternativas a los cirujanos dentistas.



## CONCLUSIONES

### PRIMERA

Existe una diferencia en la resistencia a la compresión en los tres grupos de resinas nanohíbridas. La resistencia a la compresión promedio de la resina nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT fue de 219.2 MPa. La resistencia a la compresión promedio de la resina nanohíbrida FORMA fue de 182.9 MPa. Mientras que la resistencia a la compresión promedio de la resina nanohíbrida MAGMA NT fue de 186.8 MPa.

### SEGUNDA

La resina nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT presentó mayor resistencia a la compresión con un promedio de 219.2 MPa.

### TERCERA

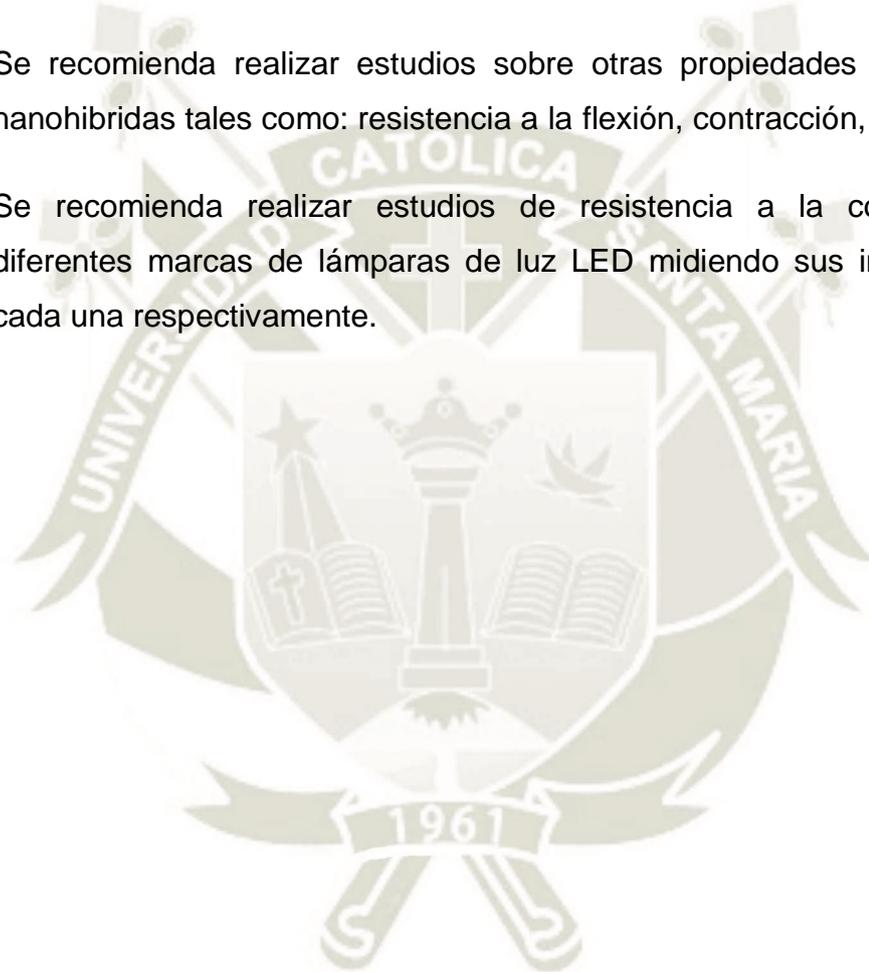
La resina nanohíbrida FORMA presentó menor resistencia a la compresión con un promedio de 182.9 MPa.

### CUARTA

La resina nanohíbrida FILTEK™ Z350 XT presentó mejor resistencia a la compresión frente a las otras resinas nanohíbridas MagmaNT y FORMA.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios con otras marcas de resinas para observar si presentan mejor resistencia a la compresión.
2. Se recomienda leer siempre las indicaciones del fabricante para tener una correcta manipulación de los materiales de restauración.
3. Se recomienda realizar estudios sobre otras propiedades de las resinas nanohíbridas tales como: resistencia a la flexión, contracción, etc.
4. Se recomienda realizar estudios de resistencia a la compresión con diferentes marcas de lámparas de luz LED midiendo sus intensidades de cada una respectivamente.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

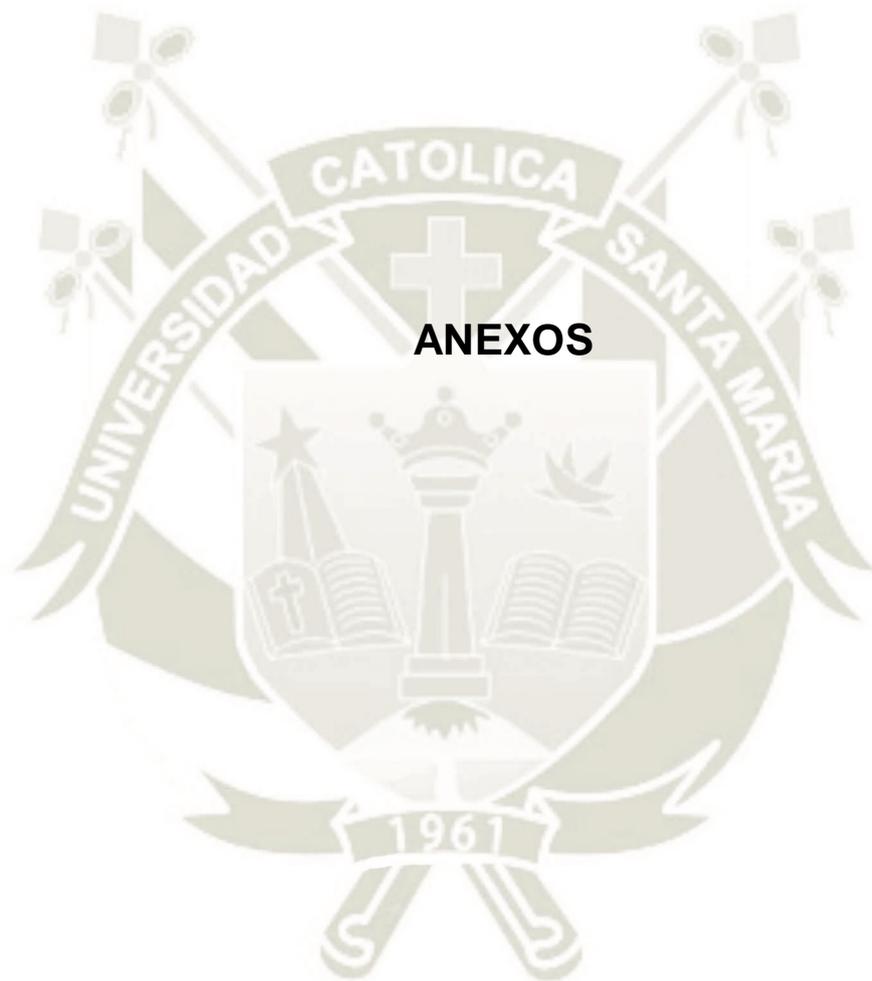
1. PHILLIPS. Ciencia de los Materiales Dentales. Undécima Edición. Madrid: Elsevier España S.A.; 2004
2. Oyuki. Resinas compuestas o composites [Internet];. Nov 2012 [cited 2019 Nov 29]. Available from: <http://materialesdentalesfes.blogspot.com/2012/11/resinas-compuestas-o-composites.html>
3. Toledano Manuel. Arte y Ciencia de los materiales Odontológicos. Madrid: EDICIONES AVANCES; 2005.
4. Hervás García Adela, Martínez Lozano Miguel Angel, Cabanes Vila Jose, Barjau Escribano Amaya, Fos Galve Pablo. Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Med. oral patol. oral cir.bucal (Internet) [Internet]. 2006 Abr [citado 2019 Nov 29] ; 11( 2 ): 215-220. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1698-69462006000200023&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000200023&lng=es).
5. Vieira Dario. Tipos de composites en odontología. [Internet]. 2019 [cited 2019 Nov 29] ; Available from: <https://www.propdental.es/composites/tipos/>
6. Báez Abelardo , Villarroel Milko, Jorquera Claudio. Reconstrucción por Capas Anatómicas en Base a Resinas Compuestas Contemporáneas Tratando de Imitar la Naturaleza. [Internet]. Lima 2002 [cited 2019 Nov 29] ; Available from: <http://www.materialesdentales.cl/darticulos.php?p=1&art=articulo1>
7. 3M [Internet]. Perfil Técnico del Producto: Filtek Z350 XT Restaurador Universal. 2019 [citado 29 noviembre 2019]. Disponible en: <http://multimedia.3m.com/mws/media/725177O/tpp-filtek-z350-xt.pdf>
8. UltraDent Products [Internet]. FORMA Zirconia Nano-Hybrid Composite. 2017 [citado 29 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.dentobal.cl/dinamicos/Nueva%20Resina%20Forma%20ULTRADENT.pdf>
9. Magma NT [Internet]. Prevest DenPro. 2019 [citado 29 noviembre 2019]. Disponible en: <http://www.prevestdenpro.com/info.aspx?id=93>

10. BARRANCOS Mooney J. Operatoria Dental. Quinta edición. Buenos Aires : Panamericana; 2015.
11. <file:///C:/Users/Asus/Downloads/LED+abecedario.pdf>
12. EcuRed contributors. Ensayo a la compresión. [Internet]. Agosto 2019 [cited 2019 Nov 29] ; Available from: <https://www.ecured.cu/index.php?title=Ensayo a la compresión&oldid=3493784>.
13. Guerra Midolo Diego Dashiell. Resistencia a la compresión entre una resina con tecnica incremental FILTEK™ Z350 XT DE 3M ESPE y una monoincremental FILTEK™ BULK FILL DE 3M ESPE estudio in vitro, Arequipa, 2017. [Internet]. 2017 [cited 2019 Nov 29] ; Available from: [http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/6098/1/T059\\_70128579\\_T.pdf](http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/6098/1/T059_70128579_T.pdf)
14. Acurio-Benavente Paloma, Falcón-Cabrera Giancarlo, Casas-Apayco Leslie, Montoya Caferatta Paola. Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. Odontología Vital [Internet]. 2017 Dec [cited 2019 Nov 29] ; ( 27 ): 69-77. Available from: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-07752017000200069&lng=en](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-07752017000200069&lng=en).
15. López-Portocarrero, Jarly. Resistencia compresiva de tres resinas compuestas indicadas para restauracion posterior, in vitro, Lima 2018 [Internet];. 2018 [cited 2019 Nov 29] . Available from: <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2548/L%C3%93PEZ%20PORTOCARRERO%20JARLY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. Huayhua Revolledo Edison David . Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhibridas y nanohibridas. Lima 2013 [Internet].; 2013 [cited 2019 Nov 29] . Available from: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3073/Huayhua\\_re.pdf;jsessionid=65C3B299F3C77A98C080BC621FCCBE41?sequence=1](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3073/Huayhua_re.pdf;jsessionid=65C3B299F3C77A98C080BC621FCCBE41?sequence=1)
17. Once Guanga Diana Elizabeth, Resistencia a la fuerza de compresión: resina nanohibrida y nanoparticulada. Estudio in vitro. Quito 2017 [Internet];.

2017 [cited 2019 Nov 29] . Available from:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/12509/1/T-UCE-0015-737.pdf>

18. Botto González Ignacio. Estudio Comparativo in vitro de la resistencia compresiva y la dureza superficial de un sistema de resina compuesta monoincremental (SonicFill™) y uno convencional (Herculite® Precis). Santiago 2013. [Internet].; 2013 [cited 2019 Nov 29] . Available from:  
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117406/Botto%20I.pdf?sequence=1&isAllowed=y>







**ANEXO 1:**  
**Ficha de recolección de datos**

## RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA RESINA Z350

| Muestra | Marca | Resistencia a la<br>compresión<br>(Mpa) | Observaciones                           |
|---------|-------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1       | Z350  | 153.1                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 2       | Z350  | 185.4                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 3       | Z350  | 239.2                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 4       | Z350  | 293.2                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 5       | Z350  | 204.5                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 6       | Z350  | 197.4                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 7       | Z350  | 277.6                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 8       | Z350  | 198.0                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 9       | Z350  | 251.1                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 10      | Z350  | 284.0                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 11      | Z350  | 165.5                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 12      | Z350  | 181.6                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |



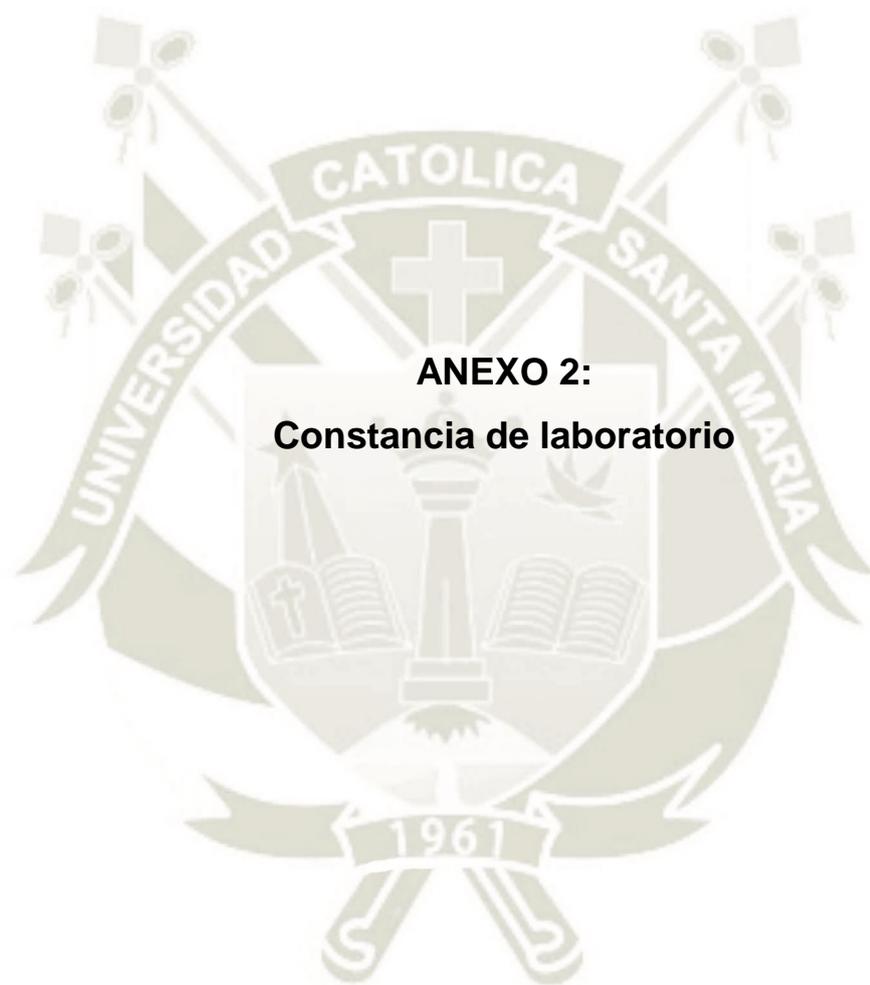
### RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA RESINA MAGMA NT

| Muestra | Marca    | Resistencia a la<br>compresión<br>(Mpa) | Observaciones                           |
|---------|----------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1       | MAGMA NT | 190.3                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 2       | MAGMA NT | 149.8                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 3       | MAGMA NT | 242.4                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 4       | MAGMA NT | 163.4                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 5       | MAGMA NT | 230.9                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 6       | MAGMA NT | 178.7                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 7       | MAGMA NT | 182.6                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 8       | MAGMA NT | 157.8                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 9       | MAGMA NT | 192.0                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 10      | MAGMA NT | 218.1                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 11      | MAGMA NT | 203.5                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 12      | MAGMA NT | 132.5                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |



## RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA RESINA FORMA

| Muestra | Marca | Resistencia a la<br>compresión<br>(Mpa) | Observaciones                           |
|---------|-------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1       | FORMA | 204.5                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 2       | FORMA | 176.6                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 3       | FORMA | 188.3                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 4       | FORMA | 193.1                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 5       | FORMA | 188.3                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 6       | FORMA | 237.3                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 7       | FORMA | 167.9                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 8       | FORMA | 173.3                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 9       | FORMA | 150.2                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 10      | FORMA | 169.1                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 11      | FORMA | 199.6                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |
| 12      | FORMA | 146.7                                   | T° de trabajo 22° C, velocidad 10mm/min |



**ANEXO 2:**  
**Constancia de laboratorio**



*Universidad Católica de Santa María*

(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado:1350

AREQUIPA - PERÚ

**CENTRO DE PRODUCCIÓN DE BIENES Y SERVICIOS DE ENSAYOS DE  
MATERIALES DE LA EPIMMEM-UCSM**

**CONSTANCIA**

El suscrito, Ing. Emilio Chire Ramirez, Coordinador del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la EPIMMEM, hace constar que:

El señor **DAVILA CAJAÑA, Marco Gustavo**; ha efectuado 36 ensayos de compresión a resinas dentales, cuyos resultados fueron entregados en forma digital al interesado.

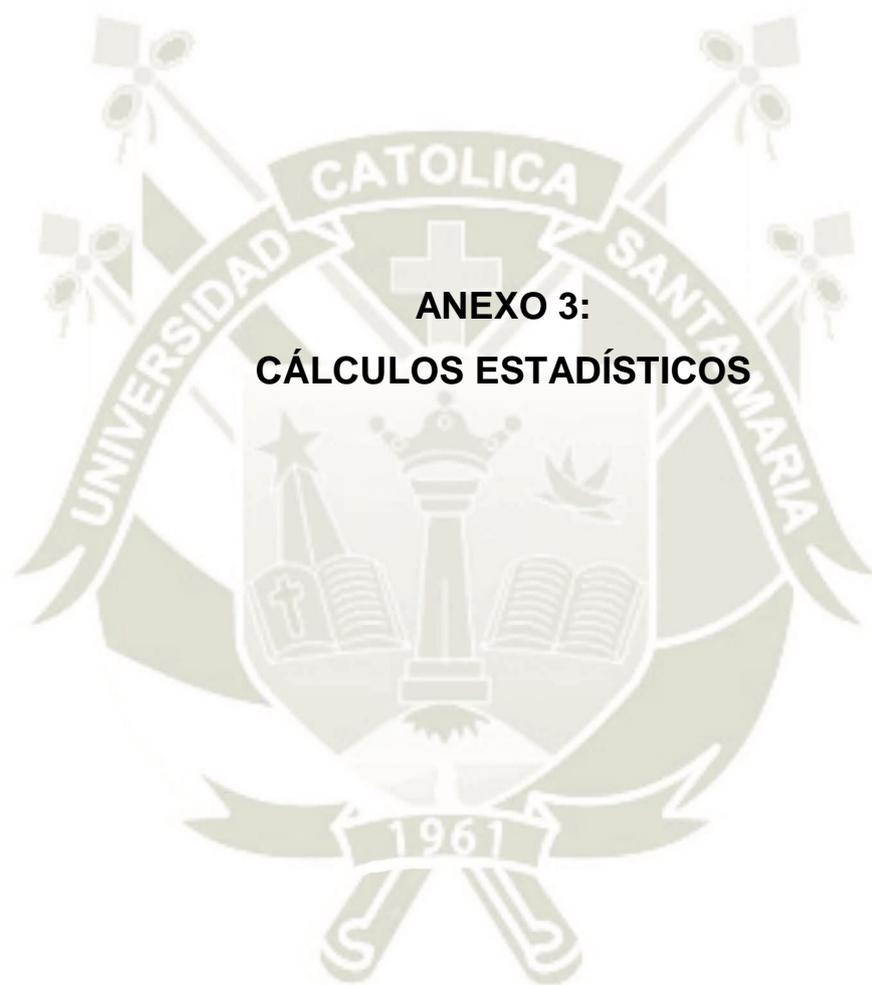
Se expide la presente a solicitud del interesado.

Arequipa, 11 de Noviembre del 2019

**BOLETA DE VENTA N° D-0153798**

Ensayos ejecutados por: Ing. Jonathan Almirón B.

  
.....  
**ING. EMILIO CHIRE RAMIREZ**  
COORDINADOR DEL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
N° REG. CIP 23235



**ANEXO 3:  
CÁLCULOS ESTADÍSTICOS**

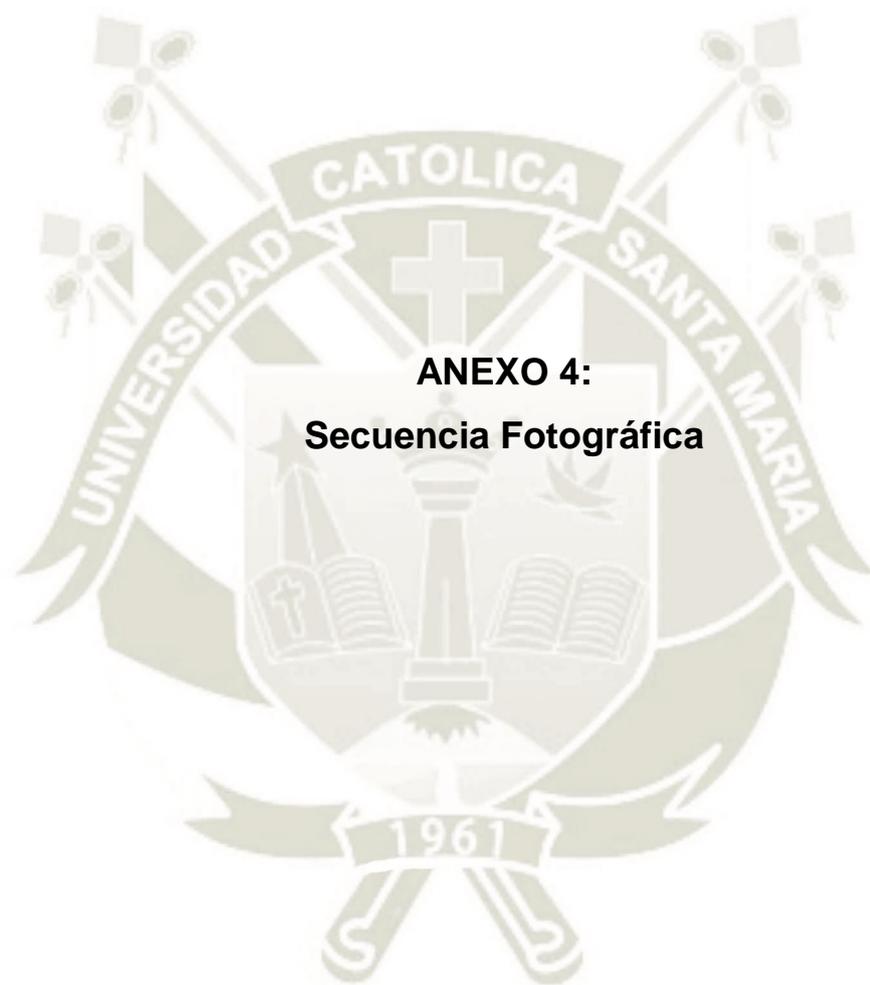
## PRUEBA ESTADISTICA TUKEY

| Comparaciones múltiples   |            |                            |             |      |                               |                 |
|---------------------------|------------|----------------------------|-------------|------|-------------------------------|-----------------|
| Variable dependiente: MPa |            |                            |             |      |                               |                 |
| HSD Tukey                 |            |                            |             |      |                               |                 |
| (I) Resina                | (J) Resina | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% |                 |
|                           |            |                            |             |      | Límite inferior               | Límite superior |
| Magma NT                  | Z 350      | -32,38333                  | 14,96977    | ,093 | -69,1161                      | 4,3494          |
|                           | Forma      | 3,92500                    | 14,96977    | ,963 | -32,8077                      | 40,6577         |
| Z 350                     | Magma NT   | 32,38333                   | 14,96977    | ,093 | -4,3494                       | 69,1161         |
|                           | Forma      | 36,30833                   | 14,96977    | ,05  | -,4244                        | 73,0411         |
| Forma                     | Magma NT   | -3,92500                   | 14,96977    | ,963 | -40,6577                      | 32,8077         |
|                           | Z 350      | -36,30833                  | 14,96977    | ,05  | -73,0411                      | -,4244          |

### Subconjuntos homogéneos

| MPa                          |    |            |            |
|------------------------------|----|------------|------------|
| HSD Tukey <sup>a</sup>       |    |            |            |
| Subconjunto para alfa = 0.05 |    |            |            |
| Resina                       | N  | 1          | 2          |
| Forma                        | 12 | 182,908333 |            |
| Magma NT                     | 12 | 186,833333 | 186,833333 |
| Z 350                        | 12 |            | 219,216667 |
| Sig.                         |    | ,963       | ,093       |

Mediante el proceso de datos de resistencia a la compresión en MPa utilizando el programa estadístico SPSS, el análisis estadístico ANOVA ha determinado que existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre las resinas nanohíbridas FILTEK™ Z350 XT, Magma NT y FORMA, por lo cual para poder determinar específicamente entre que resinas se encuentra la diferencia significativa acudimos a la prueba Post Hoc de Tukey, donde el programa estadístico agrupa en dos conjuntos las resinas estudiadas, de manera que deducimos que existe diferencia significativa en la resistencia de compresión entre las resinas FILTEK™ Z350 XT y FORMA .

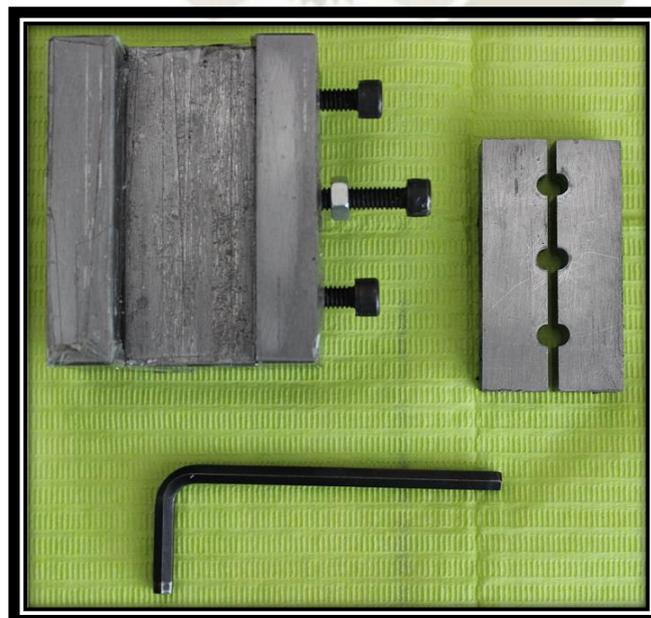


**ANEXO 4:**  
**Secuencia Fotográfica**

**MATERIALES UTILIZADOS**



**MATRIZ METALICA**



**MEDICIÓN DE INTENSIDAD  
DE LA LAMPARA LED**



**PROBETAS DE RESINA**



**MEDIDAS DE LAS  
PROBETAS DE RESINA**



**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA  
COMPRESION EN LA MAQUINA  
UNIVERSAL DE POLIMEROS**

