TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

# FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

## SEGUNDA ESPECIALIDAD EN REHABILITACIÓN ORAL

# "RESISTENCIA AL MICROCIZALLAMIENTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS DE SUPERFICIES EN RESINA DE LABORATORIO. ESTUDIO *IN VITRO*"

Tesis para optar el Título de:

SEGUNDA ESPECIALIDAD EN REHABILITACIÓN ORAL

Presentado por:

Mirella Cinthya Pure Flores (0000-0001- 7690-6579)

Asesor:

Gustavo Augusto Huertas Mogollon (0000-0001-5220-3588)

Lima – Perú

2024

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

# FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

## SEGUNDA ESPECIALIDAD EN REHABILITACIÓN ORAL

# "RESISTENCIA AL MICROCIZALLAMIENTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS DE SUPERFICIES EN RESINA DE LABORATORIO. ESTUDIO *IN VITRO*"

Tesis para optar el Título de:

SEGUNDA ESPECIALIDAD EN REHABILITACIÓN ORAL

Presentado por:

Mirella Cinthya Pure Flores (0000-0001- 7690-6579)

Asesor:

Gustavo Augusto Huertas Mogollon (0000-0001-5220-3588)

Lima – Perú

2024

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Lima, 24 de septiembre de 2024.

Los integrantes del Jurado de tesis:

| |
|---|
| Presidente: Mg. Esp. Katherine Joselyn Atoche Socola |
| Miembro: Dr. Gabriel Nima Bermejo |
| Miembro: Mg. Alberth David Correa Medina |

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

RESISTENCIA AL MICROCIZALLAMIENTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS DE SUPERFICIES EN RESINA DE LABORATORIO. ESTUDIO IN VITRO

Presentada por el estudiante/bachiller:

- Mirella Cinthya Pure Flores

Para optar el Título Profesional de Segunda Especialidad en Rehabilitación Oral

Asesorada por: Mg. Esp. Gustavo Augusto Huertas Mogollón

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante del posgrado de Estomatología en la sustentación, se concluyen de:
Manera unánime ( x )
Por mayoría ( )

Calificar a:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tesista: Mirella Cinthya Pure Flores | | | Nota (en letras): 16 (dieciséis) |
| Aprobado ( ) | Aprobado - Muy buena (X') | Aprobado - Sobresaliente ( ) | Desaprobado ( ) |

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



_____
***Mg. Esp. Katherine Joselyn Atoche Socola***
***Presidente(a) del Jurado***
***DNI. 71414311***



_____
***Mg. Alberth David Correa Medina***
***Miembro 2***
***DNI. 10719859***



_____
***Dr. Gabriel Nima Bermejo***
***Miembro 1***
***DNI. 41577969***



_____
***Mg. Esp. Gustavo Augusto Huertas Mogollón***
***Asesor(a)***
***DNI. 42279064***

**UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR**
**POSGRADO ESTOMATOLOGÍA**
**SEGUNDA ESPECIALIDAD EN REHABILITACIÓN ORAL**
**DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS[13]**

Lima, 07 de octubre del 2024

Señor:

**Carlos Braxtzo Phil Zavalaga Reyes**
**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación**
**Universidad Científica del Sur**
**Presente. -**

De nuestra consideración,

Yo: Mirella Cinthya Pure Flores, egresado del Posgrado Estomatología de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Gustavo Augusto Huertas Mogollón, declaramos que este informe final de tesis/ trabajo de investigación titulado: RESISTENCIA AL MICROCIZALLAMIENTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS DE SUPERFICIES EN RESINA DE LABORATORIO. ESTUDIO *IN VITRO*, sustentado para obtener el título de Segunda Especialidad en Rehabilitación Oral es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos[14], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,

Gustavo Huertas M.
Esp. en Rehabilitación oral Y Estética
C.O.P 19138

**MIRELLA CINTHYA PURE FLORES (TESISTA)**
**DNI: 47069923**

**GUSTAVO AUGUSTO HUERTAS MOGOLLÓN (ASESOR)**
**DNI: 42279064**

[13] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-SUNEDU/CD
[14] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

**INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD**

**Título del documento evaluado.** Resistencia al microcizallamiento de diferentes tratamientos de superficies en resina de laboratorio. Estudio in vitro

**Autores.** Mirella Cinthya Pure Flores

**Mecanismo de revisión de originalidad.** Evaluación con Turnitin (ID 2500600608).

**Resultado de la evaluación.** 9%

**Revisado por.** Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

**Comentarios sobre la revisión.** Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

**DEDICATORIA**

A Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta etapa y a mis padres y hermana por su amor y por siempre apoyarme en cada paso que doy.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

**AGRADECIMIENTO**

A mi asesor Dr. Gustavo Huertas Mogollón por su apoyo constante, dedicación y paciencia en todo este proceso y a los docentes de la especialidad por brindarme sus conocimientos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

*ARTÍCULO ORIGINAL ENVIADO A PUBLICAR*

# RESISTENCIA AL MICROCIZALLAMIENTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS DE SUPERFICIES EN RESINA DE LABORATORIO. ESTUDIO *IN VITRO*.

# MICRO-SHEAR BOND STRENGTH IN A LABORATORY RESIN WITH DIFFERENT SURFACE TREATMENTS. IN VITRO STUDY.

Mirella Cinthya Pure Flores, Gustavo Augusto Huertas Mogollón

1. Carrera de Estomatología, Universidad Científica del Sur, Lima Perú.
1. School of Dentistry, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.
2. Departamento de Salud y Vida, Carrera de Estomatología, Universidad Científica del Sur, Lima Perú.
2. Department of Health anf Life School of Dentistry, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

**Correspondencia:** Gustavo Augusto Huertas Mogollón

**Correo:** ghuertasm@cientifica.edu.pe

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

**RESUMEN**

**Objetivo:** Evaluar la resistencia de unión al microcizallamiento entre el cemento resinoso autoadhesivo y la resina de laboratorio con 4 tratamientos de superficie. **Materiales y Métodos:** Los discos de resina se asignaron aleatoriamente en 4 grupos (n=10): ST: sin tratamiento; A: arenada con partículas de óxido de aluminio de 50 μm; AS: A + silano (Prosil); AAU: A + adhesivo universal (Single Bond Universal). Se construyeron tres microcilindros de cemento resinoso autoadhesivo (Ø = 1 mm; altura = 2 mm) (Set PP) sobre la superficie de la resina de laboratorio. Se aplicó una carga de corte a la base del cilindro a una velocidad de cruceta de 1 mm/min, hasta que se produjo la falla; y se midieron los valores de la resistencia de unión al microcizallamiento. Los datos se analizaron estadísticamente mediante ANOVA de un factor y se complementó con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. Los patrones de falla se examinaron bajo microscopio estereoscópico.

**Resultado:** Los grupos AS (14,60 ± 0.57 MPa) y AAU (15,55 ± 1.70 MPa) obtuvieron los valores de fuerza de unión más altos. La diferencia entre el grupo ST y AAU ($p < 0,05$) fue estadísticamente significativa, mientras que no hubo diferencias considerables entre otros métodos de tratamiento. El grupo ST resultó en una menor fuerza de unión (13,48 ± 1,13 MPa). **Conclusión:** El grupo con tratamiento de arenado con óxido de aluminio y adhesivo universal, obtuvo mayor resistencia al microcizallamiento; por lo tanto, mayor fuerza de adhesión a la resina.

**Palabras clave:** Shear strength. Air abrasion. Surface treatment. Resin cement.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

**ABSTRACT**

**Objective:** To evaluate the micro-shear bond strength (μSBS) between the self-adhesive resin cement and the laboratory resin with four surface treatments. **Material and Methods:** The resin disks were randomly assigned into 4 groups (n=10): NT: no treatment; S: sandblasted with 50 μm aluminum oxide particles; SS: S + silane (Prosil); SUA: S + universal adhesive (Single Bond Universal). Three self-adhesive resin cement microcylinders (1 mm x 2 mm) (Set PP) were cemented on the laboratory resin surface. A shear load was applied to the base of the cylinder at a crosshead speed of 1 mm/min until failure occurred, and μSBS values were measured. Data were analyzed using one-way ANOVA and Tukey's multiple comparisons. The failure patterns analysis was examined under a stereoscopic microscope. **Result:** For μSBS values, the SS and SUA groups obtained 14,60 MPa (± 0.57) and 15,55 MPa (±1.70) respectively. Only between SUA and NT groups (13,48 MPa (± 1,13)) were resulted in statistically significant differences ($p < 0.05$). **Conclusion:** The group with a treatment for sandblasting with aluminum oxide and universal adhesive, obtained greater resistance to micro-shear; therefore, it obtained greater bond strength in a laboratory resin.

**Keywords:** Shear strength. Air abrasion. Surface treatment. Resin cement.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

*Artículo enviado a publicar (VERSIÓN EN INGLÉS)*

## INTRODUCTION

It is currently sought to provide aesthetic and functional treatments and resinous biomaterials are widely used to restructure the occlusion in various clinical cases. When performing an indirect resin restoration, the aim is to restore good interocclusal relationships in a lasting manner over time; for this purpose, not only the mechanical properties of the biomaterial are important, but also the cementation techniques of the restorations.[1] Therefore, it is important to know the materials and manage an adequate surface treatment protocol, so that good adhesion is obtained at the time of cementation.

Indirect restorations present great advantages, but despite this, the integration of the tooth-restoration system continues to be a challenge; because they have a double adhesive interface, one that is on the tooth surface, and another on the tooth surface of the biomaterial.[2,3] The integrity of the tooth-restoration system depends on the adhesion of the cement to these two surfaces, since an adhesive failure on any of them, would cause marginal leakage, and as a consequence, carious recurrence, post-treatment sensitivity, detachment of the restoration, and therefore, its failure.[4,5]

Due to the rapid development of dental materials, several treatment protocols for the internal surface of restorations are presented, which causes disagreement in their choice, because it depends on the restorative material, the bonding agent, or the cement used.[6]

The treatment of the internal surface of the restoration is intended to eliminate residues and create micro-retentions that reinforce the adhesion between the cement and the restoration.[7,8] There are different treatments that the internal surfaces of the restorations can receive, which can be treated with acid etching, silane, and micro sandblasting, among others, depending on the restorative material used.[9,10]

The luting agents that bond the tooth to the restoration should preferably be resinous[11] ;

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

can be light-cured, dual, or chemical.[12,13] The purpose of luting agents is to increase the adhesion resistance between the dental structure and the materials with which the restorations are made, obtaining minimal microleakage and clinical durability.[14,15] Resin cement has superior mechanical properties, as it is relatively insoluble, tolerates the stresses of the oral environment, provides optimal retention, and is capable of maintaining the integrity of the tooth and restoration.[16,17]

When the restoration has a considerable thickness or is not very translucent, a dual resinous cement is needed; these can be conventional (when they require an adhesive system) or self-adhesive (when the adhesion depends clearly on its chemical nature).[18,19] Self-adhesive resin cement has recently been developed to simplify clinical procedures and overcome the technique sensitivity of multi-step systems. This cement does not require any prior treatment of the tooth surface, and its application is carried out through a single clinical stage.[20,21] However, its adhesive strength is still under discussion. It has been described that the adhesive strength of these cement to the surface of the restoration is related to its previous treatment. [22]

Thus, Do Santos et al, evaluated the adhesive bond strength of a composite resin with six different surface treatments using two self-adhesive resin cement.[23] Similarly, OT Harorli et al, evaluated the adhesive strength of a self-adhesive resin cement bonded to an indirect composite resin with different surface treatments such as sandblasting with aluminum oxide.[24]

There are several self-adhesive resin cement alternatives available to the clinician, but there are some that still need more scientific support. That is why the purpose of this study will be to evaluate the μSBS values between the Set PP self-adhesive resin cement and the laboratory resin with 4 surface treatments.

This study hypothesizes that the μSBS of Nexco SR laboratory resin is influenced by the

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

4 different surface treatments using Set PP SDI cement.

## MATERIALS AND METHODS

This study is experimental in vitro. The variable analyzed was the microshear strength of the bond. The materials used in this study, their compositions, trade names, and manufacturers are described in Table 1.

**Table 1.** Composition of the materials used

| Material | Composition | Manufacturer | Lot No. |
|---|---|---|---|
| Laboratory resin Nexco SR | 17% by weight of dimethacrylates 83% by weight of the copolymer and silicon dioxide | Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein | Z032VL |
| Resin cement Set PP | Methacrylate ester phosphoric acids, UDMA, photoinitiator, fluoride aluminum silicate glass, and pyrogenic silica. | SDI, Brundson Street Bayswater, Victoria, Australia | S2204371 |
| $Al_2O_3$ powder | 50 µm aluminum oxide | Bio Art, Sao Carlos, SP, Brazil | 71080 |
| Silane Prosil | 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilane, ethanol, water | FGM, Joinville, SC, Brazil | 040222 |
| Universal adhesive Single Bond | BisGMA, HEMA, decamethylene dimethacrylate, ethanol, water, silica silane-treated, 2-propenoic acid, methacrylate phosphoric acid, the copolymer of acrylic and itaconic acid, ethyl-4- dimethylaminobenzoate, camphorquinone, (dimethylamino) ethyl methacrylate, methyl ethyl ketone, MDP, silane | 3M ESPE, St. Paul, MN, USA | 10707A |

### Preparation of sample

40 laboratory resin disks (N= 40) were made (Nexco, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) with respective measurements of 6 mm in diameter and 2 mm in thickness. These disks were made by the dental laboratory Valverde with the manufacturer's instructions.

All laboratory resin disks were positioned in plastic cylinders (12 mm high and 16 mm in

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

diameter) embedded in self-curing acrylic resin (Vitacron, New Stetic SA, Colombia). For this, a double contact adhesive tape was placed on a glass plate, on which the laboratory resin disk was placed, immediately the plastic ring was positioned, and then it was embedded with pink self-curing acrylic resin. After polymerization of the acrylic, the surface of the exposed resin disk was polished with a medium grain Soflex disk (3M ESPE, St Paul, MN, USA) to standardize the surfaces. All samples were washed with distilled water in an ultrasound machine (CD-4831 Codyson, Guangdong, China) for 10 minutes.

The samples were randomly divided into 4 groups (n=10) according to the surface treatment, as indicated below. The experimental design is shown in Table 2.

**Table 2.** Experimental design.

| Mechanical conditioning | Chemical conditioning | Group(n=10) |
|---|---|---|
| Without surface treatment | - | NT (negative control) |
| Sandblasted with $Al_2O_3$ 50µm | - | S |
| | Silane | SS (positive control) * |
| | Universal adhesive | SUA |

*Surface treatment recommended by the manufacturer.

**Surface treatments**

**Group 1(NT) (Negative control group):** laboratory resin disks did not receive surface treatment.

**Group 2(S):** the surface of the laboratory resin disk was sandblasted with 50 µm aluminum oxide particles (Bio art, Sao Carlos, SP, Brazil) at a distance of 5 mm and a pressure of 30 PSI for 10 seconds, washed for 10 seconds and dried with air jet for 5 seconds. For this procedure, the microblaster was used. Microjato (Bio art, Sao Carlos, SP, Brazil) to standardize the application.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

**Group 3(SS) (Positive control group):** the surface of the laboratory resin disk received the same surface treatment as group S and then silane (Prosil, FGM, Joinville, SC, Brazil) was applied by rubbing for 10 seconds with a disposable microbrush applicator and allowed to dry for 1 minute. This protocol follows the manufacturer's recommendation.

**Group 4(SUA):** the surface of the laboratory resin disk receives the same surface treatment as group S and then universal adhesive (Single Bond, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) was applied with a disposable microbrush applicator for 20 seconds, and the air was applied to remove excess.

**Obtaining the specimens**

For this step, infusion tubes with a dimension of 1 mm in diameter and 2 mm in height were used. These tubes were placed on the previously treated surface of the laboratory resin disks, 3 tubes per disk were placed in a triangular arrangement, and then self-adhesive resin cement (Set PP, SDI, Brundson Street Bayswater, Victoria, Australia) was dispensed from according to the manufacturer's instructions and packed inside the tube; 2 minutes waited for the chemical part to activate and then it was light- cured for 20 seconds with a 1000mw/cm $^{2}$ LED light source (Valo, Ultradent, Salt Lake City, UT-USA). Samples were stored in distilled water at room temperature for 24 hours.

**Micro-shear strength test**

Infusion tubes were cut using a No. 11 scalpel and removed from around the resin cement cylinders carefully to avoid dislodging.

The specimens were then placed and fitted in a digital universal testing machine (CMT5L, LG, Paju, Korea). The steel tensile device was placed around the lower base of each resin cement cylinder. A shear load was applied to the base of the cylinder at a crosshead speed of 1 mm/min until failure occurred. The bonding load R(MPa) was calculated using the

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

equation R = F/A, in which "F" is the failure load of the cylinder (N) and "A" is the area of its adhesive interface ($mm^2$). The average value of three bonded cylinders for each disk was recorded as the μSBS value. The data was obtained in MPa.

The bonding surfaces of the specimens were observed under a stereo microscope (Stemi 305, Carl Zeiss, Suzhou, China) at 4x magnification to determine failure types. It was classified into 3 types: adhesive failure (no resin cement residues present on the surface of the laboratory resin); cohesive failure (fracture occurring in the resin cement) and mixed failure (the fault line includes laboratory resin and resin cement).[25]

**Statistic analysis**

For the statistical analysis of this study, the SPSS program for Windows (version 26.0; IBM, Armonk, NY) was used. The data were evaluated with the Shapiro-Wilk statistical test, finding a normal distribution of the data ($p>0.05$). After this, the one-way ANOVA variance test of one factor was performed and it was complemented by the test of Tukey's multiple comparisons. A significance level of $p < 0.05$ was used.

## RESULTS

After the analysis of μSBS values, various values were found for each study group, as shown in Table 3.

In Group 1(NT) an average value of 13.48 ± 1.13 was found, in Group 2(S) an average value of 14.42 ± 0.28, in Group 3(SS) an average value of 14.60 ± 0.57 and finally, in Group 4 (SU) the average value of 15.55 ± 1.70 was found.

In the ANOVA test, statistically significant differences were found when comparing the 4 groups ($p<0.001$).

For the Tukey test, significant differences were found between groups 1 and 4, however, no significant differences were found between the other groups.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

**Table 3.** Comparison of μSBS values of Set PP resin cement to the Nexco SR laboratory resin surface with 4 different surface treatments in MPa.

| Surface treatment | n | X | DE | $p_1$ | $p_2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| **NT** | 10 | $13,48^A$ | 1,13 | <0,001 | 0,226 between 1 and 2<br>0,109 between 1 and 3<br><0,001 between 1 and 4<br>0,980 between 2 and 3<br>0,104 between 2 and 4<br>0,218 between 3 and 4 |
| **S** | 10 | $14,42^A$ | 0,28 | | |
| **SS** | 10 | $14,60^A$ | 0,57 | | |
| **SUA** | 10 | $15,55^B$ | 1,70 | | |

$p_1$: Anova of one factor
$p_2$: Tukey's multiple comparison test
Different letters indicate a statistically significant difference between groups ($p< 0,05$)

The failure mode of the specimens after the micro-shear test is presented in Figure 1. In the NT group, adhesive failure predominated (100%), in group S, adhesive failure predominated followed by mixed failure (90% and 10% respectively), similarly, in the SS group, adhesive failure predominated followed by mixed failure (60%, 40% respectively) and in the SUA group, adhesive failure was observed in 50% and mixed failure in 50%.

Failure analysis indicated that more adhesive failures were observed with lower bond strength values, and mixed failures were observed with higher bond strength values.

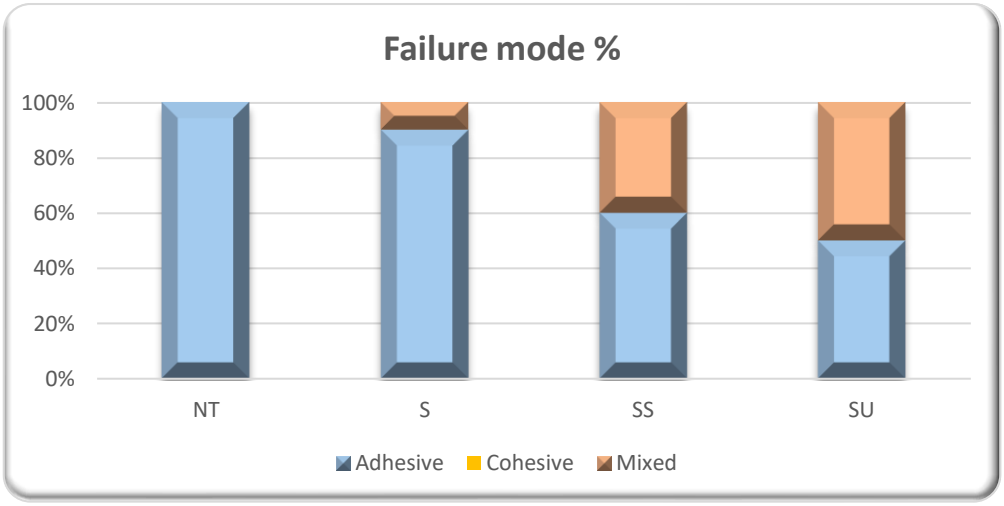



**Figure 1.** Failure mode results

The 3 types of failures evidenced in the microscopy analysis are shown in Figure 2.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

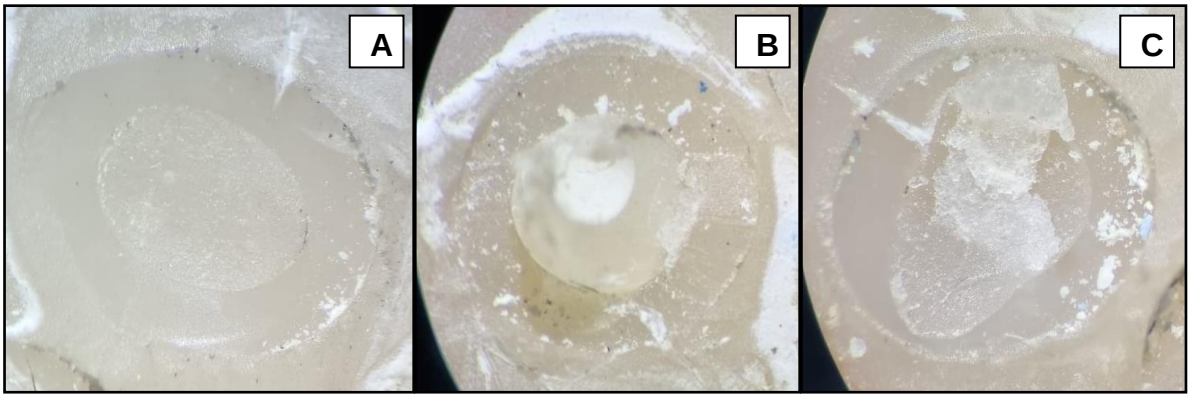



**Figure 2.** Failure mode

(A) Adhesive failure. (B) Cohesive failure. (C) Mixed failure.

## DISCUSSION

The objective of this research is to evaluate the μSBS values, between the Set PP self-adhesive resin cement and the laboratory resin, with 4 surface treatments. It was considered important to use Set PP resin cement in this study since it is currently a new material.

Furthermore, surface pretreatments such as sandblasting and/or acid etching are often used to increase the bond strength between the restoration and the resin cement. In a recent study, the importance of applying silane after sandblasting with aluminum oxide particles to improve the bond strength between the restoration and the resin cement has been emphasized. Therefore, it was preferred to use a universal adhesive, which is also considered a silane.[26] The universal adhesive (Single Bond Universal 3M) is used in this study because it is used in various research.

All the specimens were prepared in a standardized manner and following the manufacturer's instructions, complying with the selection criteria, and prior training of the researcher. The specimens were subjected to the micro-shear strength test, using a calibrated universal machine.

The results obtained in this study showed different values between the groups evaluated,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

however, the comparison in groups S, SS, and SUA did not prove to be statistically relevant. The values obtained from the S, SS, and SUA groups were higher compared to the values of the NT group because they received a surface treatment.

The SUA group obtained the highest value in the study, which may be because when sandblasting aluminum oxide of 50 µm, the surface acquires a greater roughness, therefore, micromechanical retention improves, and the remains of the organic matrix is also eliminated, which increases the surface energy. In addition to the sandblasting process, a universal adhesive was applied, which produced a chemical adhesion between the methacrylate groups of the resin and the resin cement. Likewise, the universal adhesive provides additional adhesion to inorganic silica-based fillers, since it contains a bonding agent that is silane.

The second group that obtained the highest value in the study was the SS group, in which a 50 µm aluminum oxide sandblasting was also performed, but unlike the SUA group, only silane was applied, which is a bonding agent between the resin cement and the inorganic resin matrix, this increases the wettability of the surface, promoting a chemical bond between the resin matrix and the silica or glass filler particles. Silane coupling agents are bifunctional, as they not only have a non-hydrolyzable functional group with a carbon double bond that reacts and can polymerize with monomers containing double bonds in the organic matrix of the resin composite, but also hydrolyzable alkoxy groups that react with hydroxyl groups on the inorganic surface of silica-based materials forming oxygen bridges.

The results obtained were contrasted with other related research, such as that of Günal-Abduljalil et al [27] (2021), who performed micro-shear strength tests with the same procedure used in the research, but applied it to a CAD-CAM resin matrix ceramic, in its sample group where it applied the surface treatment of sandblasting plus silane, obtained

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

an average value of 16.48 MPa (± 4.43), which is higher than that obtained using a laboratory resin where an average value of 14.60 MPa (± 0.57) was obtained. This difference could be because CAD-CAM resins have better mechanical properties.

Kaptan et al [28] (2022), in their research, aimed to evaluate the μSBS value of a self-adhesive resin cement against a CAD-CAM resin, where they had a group that applied the surface treatment of sandblasting with carbon oxide 40 μm aluminum plus silane obtaining an average value of 10.63 MPa (± 2.31) while in the present study in the group where the same surface treatment was applied a higher value of 14.60 MPa (± 0.57) was obtained. This difference may be because, in the present study, the surface was sandblasted with 50 μm aluminum oxide. This may indicate that the greater the number of μm, the greater the roughness of the surface, therefore greater mechanical retention. In this research, they recommend sandblasting with aluminum oxide of 50 μm at 1 bar of pressure to avoid cracks on the surface.

Barutcigil et al [29] (2019), evaluated the μSBS values with various types of surface treatment, in one of their groups they applied only the sandblasting surface treatment with 50 μm aluminum oxide but applied it on a CAD-CAM hybrid ceramic, where an average value of 9.13 MPa (± 2.42), was obtained, which is lower than that obtained in group S of this essay, where an average value of 14.42 MPa (± 0.28) was obtained; this difference may be due to the protocol for conducting the research.

Dos Santos et al [23] (2014), in their research, aimed to evaluate the μSBS values of two composite resin cement, applying different surface treatments. In one of its evaluated groups, it applied a surface treatment with 35% phosphoric acid plus silane, where it obtained an average value of 13.7 MPa (± 3.6), which is approximate to that obtained in the SS group of the present test, where an average value of 14.60 MPa (± 0.57); from this similarity, it can be inferred that the treatment with phosphoric acid cleans the remains of

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

the organic matrix in the same way as compared to treatment by sandblasting with aluminum oxide.

The failure analysis showed a relationship between the bond strength and the type of failure: More mixed failures with higher bond strengths were observed. Adhesive failures were noted mainly if no additional surface treatment was performed. Mixed and cohesive failures at higher bond strength values and adhesive failures at lower bond strength values were reported in some studies[30,31.] Which would be proportional to the results of this study.

## CONCLUSION

The study concludes that the highest value of μSBS was obtained by the SUA group with an average value of 15,55 MPa (± 1,70). However, the S and SS groups did not show a statistically significant difference.

The selection of an appropriate surface treatment positively influences the clinical success of restorations, since restored teeth are constantly exposed to occlusal forces. It is considered important to continue investigating mechanical parameters such as the μSBS value by applying surface treatments with self-adhesive resin cement.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

*Artículo enviado a publicar (VERSIÓN EN ESPAÑOL)*

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se busca brindar tratamientos estéticos y funcionales y se utilizan mucho los biomateriales resinosos para reestructurar la oclusión en los diversos casos clínicos. Al momento de realizar una restauración indirecta de resina se busca devolver buenas relaciones interoclusales de manera perdurable en el tiempo y para este fin no solo son importantes las propiedades mecánicas del biomaterial sino además las técnicas de cementación de las restauraciones.[1] Por tanto, es importante conocer los materiales y manejar un adecuado protocolo de tratamiento de superficie, para que en el momento de la cementación se obtenga una buena adhesión.

Las restauraciones indirectas presentan grandes ventajas, pero a pesar de ello, la integración del sistema diente-restauración continúa siendo un desafío, debido a que tienen una doble interfaz adhesiva, una que está en la superficie del diente, y otra, en la superficie del biomaterial.[2,3] La integridad del sistema diente-restauración depende de la adhesión del cemento a estas dos superficies, pues una falla adhesiva en cualquiera de ellas, causaría filtración marginal y a consecuencia de ello, recidiva cariosa, sensibilidad postratamiento, desprendimiento de la restauración y, por tanto, fracaso de la misma.[4,5]

A causa del rápido desarrollo de los materiales dentales, se presentan varios protocolos de tratamiento de la superficie interna de las restauraciones los cuales causan desacuerdo en su elección, debido a que depende del material restaurador, del agente adhesivo o cemento que se use.[6] El tratamiento de la superficie interna de la restauración tiene como finalidad eliminar residuos y crear microretenciones que refuercen la adhesión entre el cemento y la restauración.[7,8] Hay diferentes tratamientos que pueden recibir las superficies internas de las restauraciones, las cuales pueden ser tratadas con grabado ácido, silano, microarenado, entre otros, dependiendo del material restaurador que se

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

use.[9,10]

Los agentes cementantes utilizados para adherir el tejido dental con la restauración, de preferencia deben ser de naturaleza resinosa;[11] pueden ser fotopolimerizables, duales o químicos.[12,13] Estos tienen como fin aumentar la resistencia de adhesión entre la estructura dentaria y los materiales con los que están confeccionadas las restauraciones, obteniendo una mínima microfiltración y durabilidad clínica.[14,15] Los cementos resinosos tienen propiedades mecánicas superiores, puesto que son relativamente insolubles, toleran las tensiones del entorno oral, aportan una retención óptima y son capaces de conservar la integridad del diente y la restauración.[16,17]

Cuando la restauración tiene un grosor considerable o no es muy translúcida se necesita un cemento resinoso dual; estos pueden ser convencionales (cuando necesitan un sistema adhesivo) o autoadhesivos (cuando la adhesión depende netamente de su naturaleza química).[18,19] Los cementos resinosos autoadhesivos recientemente se han desarrollado para simplificar los procedimientos clínicos y superar la sensibilidad de la técnica de los sistemas de varios pasos, estos cementos no requieren ningún tratamiento previo de la superficie del diente, y su aplicación se lleva a cabo a través de una sola etapa clínica.[20,21] Sin embargo, su resistencia adhesiva aun continua en discusión. Se ha descrito que la resistencia adhesiva de estos cementos a la superficie de la restauración está relacionada con el tratamiento previo de la misma.[22]

Es así que Do Santos et al, evaluaron la resistencia de unión adhesiva de una resina compuesta con seis diferentes tratamientos de superficie usando dos cementos resinosos autoadhesivos.[23] Del mismo modo, OT Harorli et al, evaluaron la resistencia adhesiva de un cemento resinoso autoadhesivo adherido a una resina compuesta indirecta con diferentes tratamientos de superficie como el arenado con óxido de aluminio.[24]

Existen varias alternativas de cementos resinosos autoadhesivos a disposición del clínico,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

pero hay algunos que aun necesitan más respaldo científico. Es por ello que el propósito de este estudio será evaluar la resistencia de unión al microcizallamiento entre el cemento resinoso autoadhesivo Set PP y la resina de laboratorio con 4 tratamientos de superficie. Este estudio tiene como hipótesis que la resistencia de unión al microcizallamiento de la resina de laboratorio Nexco SR está influenciada con los 4 diferentes tratamientos de superficies usando el cemento Set PP SDI.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio es de tipo experimental in vitro. La variable analizada fue la resistencia de la unión al microcizallamiento. Los materiales utilizados en este estudio, sus composiciones, nombres comerciales y fabricantes se describen en la Tabla 1.

**Tabla1.** Composición de los materiales utilizados

| Material | Composición | Fabricante | N° de Lote |
|---|---|---|---|
| Resina de laboratorio Nexco SR | 17% de peso de dimetacrilatos 83% de peso de copolímero y dióxido de silicio | Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein | Z032VL |
| Cemento resinoso Set PP | Ácidos fosfóricos de éster metacrilato, UDMA, fotoiniciador, vidrio de silicato de aluminio fluorado y sílice pirogénica. | SDI, Brundson Street Bayswater, Victoria, Australia | S2204371 |
| $Al_2O_3$ en polvo | 50µm de óxido de aluminio | Bio Art, Sao Carlos, SP, Brasil | 71080 |
| Silano Prosil | 3-Metacriloxipropiltrimetoxisilano, etanol, agua | FGM, Joinville, SC, Brasil | 040222 |
| Adhesivo Universal Single Bond | BisGMA, HEMA, dimetacrilato de decametileno, etanol, agua, sílice tratada con silano, ácido 2 propenoico, ácido fosfórico metacrilado, copolímero de acrílico y ácido itacónico, etil-4 dimetilaminobenzoato, canforquinona, (dimetilamino) metacrilato de etilo, metiletilcetona, MDP, silano | 3M ESPE, St Paul, MN, USA | 10707A |

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

**Preparación de muestras**

Se confeccionaron 40 discos de resina de laboratorio (N= 40) (Nexco, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) con las respectivas medidas 6 mm de diámetro y 2 mm de espesor. Estos discos fueron realizados por el laboratorio dental Valverde con las indicaciones del fabricante.

Todos los discos de resina de laboratorio fueron posicionados en cilindros de plásticos (12 mm de alto y 16 mm de diámetro) incrustados en resina acrílica autopolimerizable (Vitacron, New Stetic S.A, Colombia). Para esto se colocó sobre una platina de vidrio una cinta adhesiva de doble contacto, sobre esta se colocó el disco de resina de laboratorio, inmediatamente se posicionó el anillo plástico sobre el cual se embebió con resina acrílica de autocurado color rosado. Luego de la polimerización del acrílico la superficie del disco de resina expuesta fue pulida con disco soflex de grano medio (3M ESPE, St Paul, MN, USA) para estandarizar las superficies. Todas las muestras se lavaron con agua destilada en una máquina de ultrasonido (CD-4831 Codyson, Guangdong, China) durante 10 minutos.

Las muestras se dividieron aleatoriamente en 4 grupos (n=10) según el tratamiento de superficie, como se indica a continuación. El diseño experimental se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Diseño Experimental

| **Acondicionamiento mecánico** | **Acondicionamiento químico** | **Grupo(n=10)** |
|---|---|---|
| Sin tratamiento de superficie | - | ST (control negativo) |
| Arenado con $Al_2O_3$ de 50 µm | - | A |
| | Silano | AS (control positivo) * |
| | Adhesivo Universal | AAU |

*Tratamiento de superficie recomendado por el fabricante.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

**Tratamientos de superficie**

**Grupo 1(ST) (Grupo control negativo):** los discos de resina de laboratorio no recibieron tratamiento de superficie.

**Grupo 2(A):** la superficie del disco de resina de laboratorio fue arenada con partículas de óxido de aluminio de 50 µm (Bio art, Sao Carlos, SP, Brasil) a una distancia de 5 mm y una presión de 30 PSI durante 10 segundos, se lavó por 10 segundos y se secó con chorro de aire por 5 segundos. Para este procedimiento se utilizó el microarenador Microjato (Bio art, Sao Carlos, SP, Brasil) para estandarizar la aplicación.

**Grupo 3(AS) (Grupo control positivo):** la superficie del disco de resina de laboratorio recibe el mismo tratamiento de superficie del grupo A y luego se aplicó silano (Prosil, FGM, Joinville, SC, Brasil) friccionando por 10 segundos con un aplicador de microbrush desechable y se esperó que seque por 1 minuto. Este protocolo sigue la recomendación del fabricante.

**Grupo 4(AAU):** la superficie del disco de resina de laboratorio recibe el mismo tratamiento de superficie del grupo A y luego se aplicó adhesivo universal (Single Bond, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) con un aplicador de microbrush desechable se aplicó durante 20 segundos y se aplicó aire para retirar el exceso.

**Obtención de los especímenes**

Para este paso se utilizó tubos de venoclisis con una dimensión de 1 mm de diámetro y 2 mm de altura. Estos tubos se colocaron sobre la superficie previamente tratada de los discos de resina de laboratorio, se colocaron 3 tubos por disco en distribución triangular y luego el cemento resinoso autoadhesivo (Set PP, SDI, Brundson Street Bayswater, Victoria, Australia), se dispensó de acuerdo con las instrucciones del fabricante y se empaquetó dentro del tubo; se esperó 2 minutos para que se active la parte química y

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

luego se fotopolimerizó durante 20 segundos con una fuente de luz led (Valo, Ultradent, Salt Lake City, UT - USA) de 1000mw/cm$^2$. Las muestras se almacenaron en agua destilada a temperatura ambiente durante 24 h.

**Prueba de resistencia al microcizallamiento**

Los tubos de venoclisis se cortarón usando un bisturí N° 11 y se retirarón de alrededor de los cilindros de cemento resinoso con cuidado para evitar el desprendimiento de estos.

Luego los especímenes fueron colocados y ajustados en una máquina digital de ensayo universal (CMT5L, LG, Paju, Corea), Se colocó el dispositivo de acero para tracción alrededor de la base inferior de cada cilindro de cemento resinoso. Se aplicó una carga de corte a la base del cilindro a una velocidad de cruceta de 1 mm/min hasta que se produjo la falla. La fuerza de unión R(MPa) se calculó mediante la ecuación R = F/A, en la que "F" es la carga por falla del cilindro (N) y "A" es el área de su interfase adhesiva (mm$^2$). El valor promedio de tres cilindros unidos para cada disco se registró como la resistencia de unión al microcizallamiento. Los datos se obtuvieron en MPa.

Las superficies de unión de los especímenes se observaron bajo un microscopio estereoscópico (Stemi 305, Carl Zeiss, Suzhou, China) con un aumento de x4 para determinar los tipos de falla. Y se clasificó en 3 tipos: falla adhesiva (sin residuos de cemento resinoso presentes en la superficie de la resina de laboratorio); falla cohesiva (fractura ocurrida en el cemento resinoso) y falla mixta (la línea de falla comprende resina de laboratorio y cemento resinoso).[25]

**Análisis Estadístico**

Para el análisis estadístico de este estudio se empleó el programa SPSS para Windows (versión 26.0; IBM, Armonk, NY). Los datos fueron evaluados con la prueba estadística de Shapiro-Wilk encontrándose distribución normal de los datos($p>0.05$). Posterior a esto

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

se realizó la prueba de varianza unidireccional ANOVA de un factor y se complementó con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. Se trabajó con un nivel de significancia de $p<0.05$.

## RESULTADOS

Luego del análisis de la resistencia de unión al microcizallamiento se encontraron diversos valores para cada grupo de estudio tal como figura en la tabla 3.

En el Grupo 1(ST) se encontró un valor promedio de 13,48 ± 1,13, para el Grupo 2(A) de 14,42 ± 0,28, en el Grupo 3(AS) de 14,60 ± 0.57 y finalmente para el Grupo 4(AAU) se encontró el valor de 15,55 ± 1.70.

En la prueba de Anova se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar los 4 grupos ($p<0.001$).

Para la prueba de Tukey se encontraron diferencias significativas entre el grupo 1 y 4 sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre los demás grupos.

**Tabla 3.** Comparación de la Resistencia de unión al microcizallamiento del cemento resinoso Set PP a la superficie de resina de laboratorio Nexco SR con 4 diferentes tratamientos de superficie en MPa.

| Tratamiento de superficie | n | X | DE | $p_1$ | $p_2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| **ST** | 10 | 13,48$^{A}$ | 1,13 | <0,001 | 0,226 entre 1 y 2<br>0,109 entre 1 y 3<br><0,001 entre 1 y 4<br>0,980 entre 2 y 3<br>0,104 entre 2 y 4<br>0,218 entre 3 y 4 |
| **A** | 10 | 14,42$^{A}$ | 0,28 | | |
| **AS** | 10 | 14,60$^{A}$ | 0,57 | | |
| **AAU** | 10 | 15,55$^{B}$ | 1,70 | | |

$p_1$: Anova de un factor
$p_2$: Test de comparaciones múltiples de Tukey
Letras diferentes indican una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p< 0,05$)

El modo de falla de los especímenes después de la prueba de microcizallamiento se presentan en la Figura 1. En el grupo ST predominó la falla adhesiva (100%), en el grupo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

A predominó la falla adhesiva seguida de la falla mixta (90%, 10% respectivamente), de igual manera en el grupo AS predominó la falla adhesiva seguida de la falla mixta (60%,40% respectivamente) y en el grupo AAU se observó falla adhesiva en un 50% y falla mixta en un 50%.

El análisis de fallas indicó que se observaron más fallas adhesivas con valores más bajos de resistencia de unión, y se observaron fallas mixtas con valores más altos de resistencia de unión.

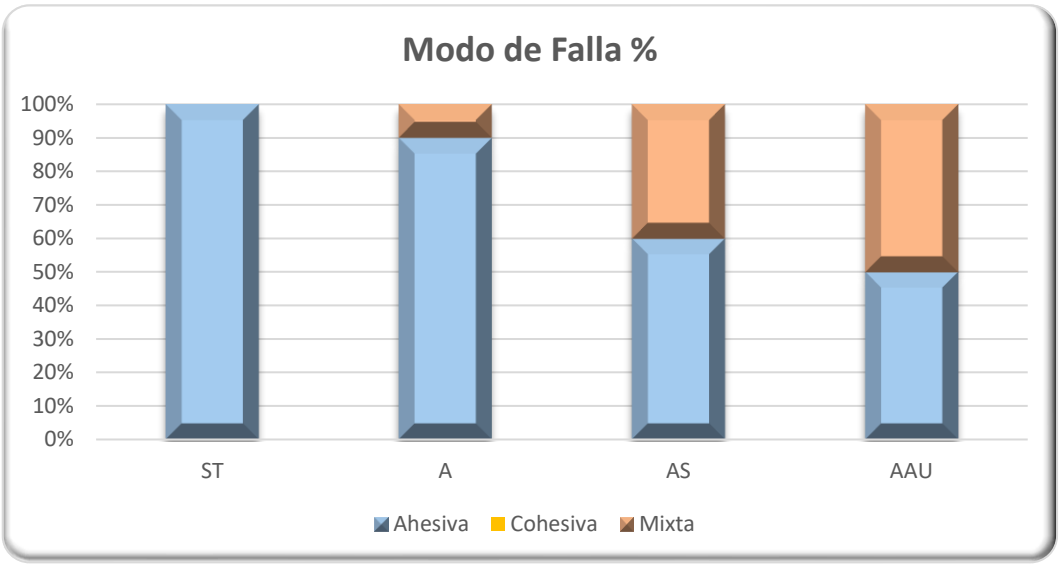



**Figura 1.** Resultados del modo de falla

Los 3 tipos de fallas evidenciados en el análisis de microscopia se muestran en la Figura 2.

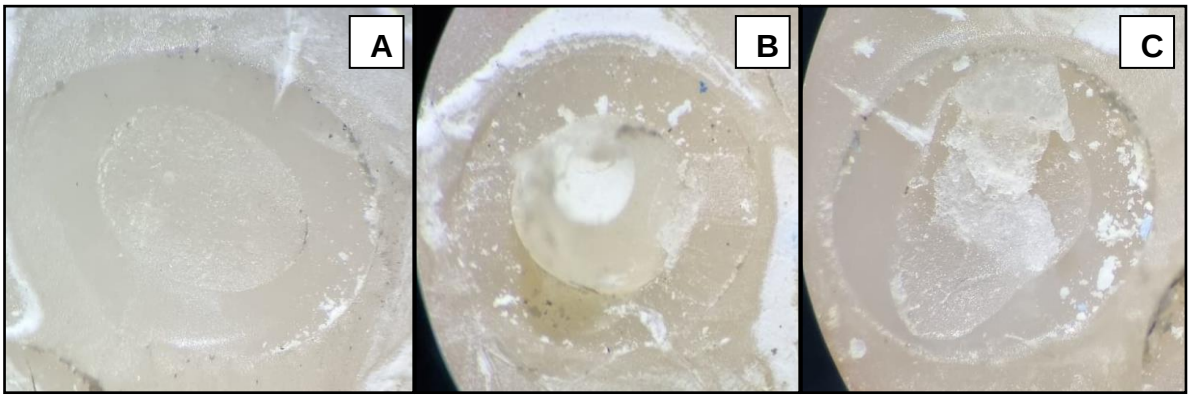



**Figura 2.** Modo de falla

(A) Falla adhesiva. (B) Falla cohesiva. (C) Falla mixta.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

## DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la resistencia de unión al microcizallamiento, entre el cemento resinoso autoadhesivo Set PP y la resina de laboratorio, con 4 tratamientos de superficie. Se considero importante utilizar el cemento Set PP en este estudio, debido a que es un material recientemente nuevo.

Además, los tratamientos previos de la superficie, como el arenado y/o el grabado ácido, se suelen utilizar para aumentar la fuerza de unión entre la restauración y el cemento resinoso. En un estudio reciente, se ha enfatizado la importancia de aplicar el silano después del arenado con partículas de óxido de aluminio para mejorar la fuerza de unión entre la restauración y el cemento resinoso. Por lo tanto, se prefirió usar un adhesivo universal, que también se considera un silano.[26] En este estudio, se utiliza el adhesivo universal (Single Bond Universal 3M), debido a que se emplea en diversas investigaciones.

Todos los especímenes fueron preparados de manera estandarizada y siguiendo las indicaciones del fabricante, cumpliendo con los criterios de selección y previa capacitación del investigador. Los especímenes fueron sometidos a la prueba de resistencia al microcizallamiento, utilizando una máquina universal calibrada.

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidenciaron diferentes valores entre los grupos evaluados, sin embargo, la comparación en los grupos A, AS y AAU no alcanzo a ser estadísticamente relevante. Los valores obtenidos de los grupos A, AS y AAU fueron mayores en comparación con los valores del grupo ST, debido a que recibieron un tratamiento de superficie.

El grupo AAU obtuvo el valor más alto en el estudio, lo cual puede deberse, a que al realizar un arenado de óxido de aluminio de 50 μm, la superficie adquiere una mayor rugosidad, por ende, mejora la retención micromecánica, además se elimina restos de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

matriz orgánica lo cual aumenta la energía superficial. Adicionalmente al proceso de arenado, se aplicó un adhesivo universal, el cual produce una adhesión química entre los grupos metacrilatos de la resina y el cemento resinoso, asimismo, el adhesivo universal proporciona una adhesión adicional a los rellenos inorgánico a base de sílice, puesto que contiene un agente de unión que es el silano.

El segundo grupo que obtuvo mayor valor en el estudio fue el grupo AS, en el cual también se realizó un arenado de óxido de aluminio de 50 μm, pero a diferencia del grupo AAU, solo se aplicó silano, el cual es un agente de unión entre el cemento resinoso y la matriz inorgánica de la resina, este aumenta la humectabilidad de la superficie, promoviendo una unión química entre la matriz de resina y las partículas de relleno de sílice o vidrio. Los agentes de acoplamiento de silano son bifuncionales, ya que no solo tienen un grupo funcional no hidrolizable con un doble enlace de carbono que reacciona y puede polimerizarse con monómeros que contienen dobles enlaces en la matriz orgánica del compuesto de resina, sino también grupos alcoxi hidrolizables que reaccionan con hidroxilo grupos en la superficie inorgánica de materiales a base de sílice que forman puentes de oxígeno.

Los resultados obtenidos fueron contrastados con otras investigaciones relacionadas, como la de Günal-Abduljalil et al[27] (2021), que realizo pruebas de resistencia de microcizallamiento con el mismo procedimiento empleado en la investigación, pero aplicándolo en una cerámica de matriz de resina CAD-CAM, en su grupo de muestra donde aplico el tratamiento de superficie de arenado más silano, obtuvo un valor promedio de 16.48 MPa (± 4.43), el cual es superior al obtenido utilizando una resina de laboratorio donde se obtuvo un valor promedio de 14.60 MPa (± 0.57). Esta diferencia podría deberse a que las resinas CAD-CAM presentan mejores propiedades mecánicas.

Kaptan et al[28] (2022), en su investigación, tuvo como objetivo evaluar la resistencia de la

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

unión al microcizallamiento de un cemento resinoso autoadhesivo frente a una resina CAD-CAM donde tuvo un grupo que aplicó el tratamiento de superficie de arenado con oxido de aluminio de 40 µm más silano obteniendo un valor promedio de 10.63 MPa (± 2.31) mientras que en el presente estudio en el grupo donde se aplicó el mismo tratamiento de superficie se obtuvo un mayor valor de 14.60 MPa (± 0.57). Esta diferencia puede deberse a que en el presente estudio se realizó el arenado de la superficie con óxido de aluminio de 50 µm. Lo cual puede indicar que a mayor cantidad de micras mayor rugosidad de la superficie por tanto mayor retención mecánica. En esta investigación recomiendan realizar el arenado con óxido de aluminio de 50 µm a 1 bar de presión para evitar grietas en la superficie.

Barutcigil et al[29] (2019), evaluó la resistencia de microcizallamiento con diversos tipos de tratamiento de superficie, en uno de sus grupos aplicó sólo el tratamiento de superficie de arenado con óxido de aluminio de 50 µm pero aplicándolo en una cerámica hibrida CAD-CAM, donde obtuvo un valor promedio de 9.13 MPa (± 2.42), el cual es inferior al obtenido en el grupo A del presente ensayo, donde se obtuvo un valor promedio de 14.42 MPa (± 0.28); esta diferencia puede deberse al protocolo de la realización de la investigación

Dos Santos et al[23] (2014), en su investigación, tuvo como objetivo evaluar la resistencia de la unión al microcizallamiento de dos cementos a resina compuesta, aplicando diferentes tratamientos de superficie. En uno de sus grupos evaluados aplicó un tratamiento de superficie por ácido fosfórico al 35% más silano, donde obtuvo un valor promedio de 13.7 MPa (± 3.6), el cual es aproximado al obtenido en el grupo AS del presente ensayo, donde se obtuvo un valor promedio de 14.60 MPa (± 0.57); de esta similitud se puede inferir que el tratamiento por ácido fosfórico limpia de igual manera los restos de matriz orgánica en comparación con un tratamiento por arenado de óxido de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

aluminio.

El análisis de falla mostró una relación entre la fuerza de unión y el tipo de falla: Se observaron fallas más mixtas con mayores fuerzas de unión. Se notaron fallas adhesivas principalmente si no se realizó un tratamiento de superficie adicional. En algunos estudios[30,31] se informaron fallas mixtas y cohesivas a valores de fuerza de unión más altos y fallas adhesivas a valores de fuerza de unión más bajos. Lo cual sería proporcional a los resultados de este presente estudio.

## CONCLUSIÓN

Se concluye que se obtuvo el mayor valor de resistencia al microcizallamiento el grupo AAU con un valor promedio de 15,55 MPa (± 1,70). Sin embargo, no mostraron una diferencia estadísticamente significativa con el grupo A y AS.

La selección de un adecuado tratamiento de superficie influye positivamente en el éxito clínico de las restauraciones, puesto que los dientes restaurados están expuestas a fuerzas oclusales constantemente. Se considera importante continuar investigando los parámetros mecánicos como es la resistencia de microcizallamiento aplicando tratamientos de superficie con cemento resinoso autoadhesivo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Azeem RA , Sureshbabu NM. Clinical performance of direct versus indirect composite restorations in posterior teeth: A systematic review. The Journal Conservation Dentistry. 2018;21(1):2-9.
2. Cakir NN, Demirbuga S, Balkaya H, Karadas M. Bonding performance of universal adhesives on composite repairs, with or without silane application. The Journal of Dentistry. 2018;21(3):263-8.
3. D'Arcangelo C, Vanini L. Effect of three surface treatments on the adhesive properties of indirect composite restorations. Journal Adhesive Dentistry. 2007;9(3):319-26.
4. Marcondes M, Souza N, Manfroi FB, Burnett LH, Jr., Spohr AM. Clinical Evaluation of Indirect Composite Resin Restorations Cemented with Different Resin Cements. Journal Adhesive Dentistry. 2016;18(1):59-67.
5. Fuentes MV, Escribano N. Effect of indirect composite treatment microtensile bond strength of self-adhesive resin cements. Journal Clinical Dentistry. 2016;8(1):14-21.
6. Hattar S, Hatamleh MM, Sawair F. Bond strength of self-adhesive resin cements to tooth structure. Saudi Dentistry Journal. 2015;27(2):70-4.
7. Silva FL, Pamato S. Bond strength of adhesive resin cement with different adhesive systems. Journal Clinical Dentistry. 2017;9(1):96-100.
8. Moezizadeh M, Ansari ZJ, Fard FM. Effect of surface treatment on micro shear bond strength of two indirect composites. Journal Conservation Dentistry. 2012;15(3):228-32.
9. Rathke A, Tymina Y, Haller B. Effect of different surface treatments on the composite-composite repair bond strength. Clinical Oral Investigation. 2009;13(3):317-23.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

10. Soares CJ, Giannini M, Oliveira MT, Paulillo LA, Martins LR. Effect of surface treatments of laboratory-fabricated composites on the microtensile bond strength to a luting resin cement. Journal of applied oral science : revista FOB. 2004;12(1):45-50.
11. Soares CJ, Soares PV. Surface Treatment Protocols in the Cementation Process of Ceramic and Laboratory-Processed Composite Restorations: A Literature Review. J Esthet Restor Dent 2005;17(4):224-35.
12. Matinlinna JP, Lung CYK, Tsoi JKH. Silane adhesion mechanism in dental applications and surface treatments: A review. Dental Materials. 2018;34(1):13-28.
13. Loomans BA, Mesko ME. Effect of different surface treatment techniques on the repair strength of indirect composites. Joournal of Dentistry. 2017;59(5):18-25.
14. Staxrud F, Dahl JE. Silanising agents promote resin-composite repair. International dental journal. 2015;65(6):311-5.
15. Lozada JC, Morales CU. In vitro evaluation of the binding strength of four self-etching cements. Acta Odontol Latinoamericana. 2017;30(3):101-108.
16. Weiser F, Behr M. Self-adhesive resin cements: a clinical review. The Journal Prosthodontics. 2015;24(2):100-8.
17. Wendler M, Belli R, Panzer R, Skibbe D, Petschelt A, Lohbauer U. Repair Bond Strength of Aged Resin Composite after Different Surface and Bonding Treatments. Materials (Basel, Switzerland). 2016;9(7).
18. Manso AP, Carvalho RM. Dental Cements for Luting and Bonding Restorations: Self-Adhesive Resin Cements. Dent Clin North Am. 2017;61(4):821-34.
19. Almeida CM, Meereis CTW. Evaluation of long-term bond strength and selected properties of self-adhesive resin cements. Brazilian Oral Research. 2018;32(2).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

20. Agathian R, Manoharan E. Indirect resin composite - A literature review. Journal of Advanced Clinical and Research Insights. 2021; 8:13-18.

21. Eltoukhy RI, Elkaffas AA, Ali AI. Indirect Resin Composite Inlays Cemented with a Self-adhesive, Self-etch or a Conventional Resin Cement Luting Agent: A 5 Years Prospective Clinical Evaluation. The Journal Dentistry. 2021;112:103740.

22. Michelotti G, Niedzwiecki M, Bidjan D, Dieckmann P, Deari S, Silane Effect of Universal Adhesive on the Composite-Composite Repair Bond Strength after Different Surface Pretreatments. Polymers (Basel). 2020,19;12(4):950.

23. Do Santos VH, Griza S, Moraes RR. Bond strenght of self-adhesive resin cements to composite submitted to different surface pretreatments. Restorative Dentistry Endodontics. 2014;39(1):12-6.

24. Harorli OT, Barutcugil C. Shear bond strength of a self-etched resin cement to an indirect composite: effect of different surface treatments. Nigerian Journal of Clinical Practice. 2015;18(3):405-10.

25. Fornazari IA, Wille I, Meda EM, Brum RT, Souza EM. Effect of Surface Treatment, Silane, and Universal Adhesive on Microshear Bond Strength of Nanofilled Composite Repairs. Operative Dentistry. 2017;42(4):367-374.

26. Bayazıt EÖ. Microtensile Bond Strength of Self-Adhesive Resin Cements to CAD/CAM Resin-Matrix Ceramics Prepared with Different Surface Treatments. The International Journal of Prosthodontics. 2019;32(32):433-438.

27. Günal-Abduljalil B, Önöral Ö, Ongun S. Micro-shear bond strengths of resin-matrix ceramics subjected to different surface conditioning strategies with or without coupling agent application. The Journal of Advanced Prosthodontics. 2021;13(3):180-190.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

28. Kaptan A, Özel Ö. Influence of Different Surface Treatments on Bond Strength of a Self-Adhesive Resin Cement to CAD-CAM Materials. Odovtos International journal of dental sciences. 2022;235-245.

29. Barutcigil K, Barutcigil Ç, Kul E, Özarslan MM, Buyukkaplan US. Effect of Different Surface Treatments on Bond Strength of Resin Cement to a CAD/CAM Restorative Material. The Journal of Prosthodontics. 2019;28(1):71-78.

30. Peumans M, Valjakova EB, De Munck J, Mishevska CB, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness of luting composites to different CAD/CAM materials. The Journal of Adhesive Dentistry. 2016; 18:289–302.

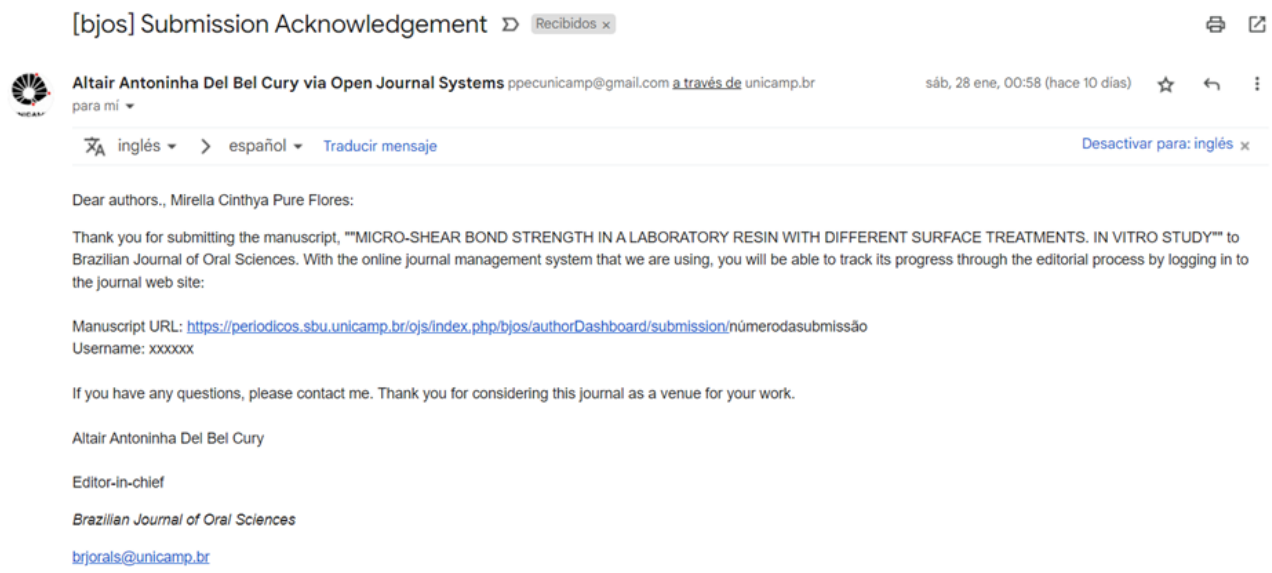
31. Murillo-Gómez F, De Goes MF. Bonding effectiveness of tooth-colored materials to resin cement provided by self-etching silane primer after short- and long-term storage. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2019;121(4): 713.e1-713.e8.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

# ANEXOS

ANEXO 01: Evidencia de envío a revista científica



[bjos] Submission Acknowledgement — Recibidos ×

**Altair Antoninha Del Bel Cury via Open Journal Systems** ppecunicamp@gmail.com a través de unicamp.br — sáb, 28 ene, 00:58 (hace 10 días)
para mí

inglés > español — Traducir mensaje — Desactivar para: inglés ×

Dear authors., Mirella Cinthya Pure Flores:

Thank you for submitting the manuscript, ""MICRO-SHEAR BOND STRENGTH IN A LABORATORY RESIN WITH DIFFERENT SURFACE TREATMENTS. IN VITRO STUDY"" to Brazilian Journal of Oral Sciences. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/bjos/authorDashboard/submission/númerodasubmissão
Username: xxxxxx

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Altair Antoninha Del Bel Cury

Editor-in-chief

*Brazilian Journal of Oral Sciences*

brjorals@unicamp.br

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ANEXO 02: Copia de Resolución directoral de aprobación del proyecto de tesis.

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

**RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS Y NOMBRAMIENTO DEL ASESOR**

**RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE LA CARRERA DE ESTOMATOLOGÍA**

**N° 032- POSG-DACE-DAFCS-U. CIENTÍFICA-2022**

Lima, 26 de agosto del 2022

**VISTO:**

La solicitud de el/la tesista, asesor/a y la evaluación del Responsable de Investigación de la Carrera de Estomatología y de acuerdo a la RESOLUCIÓN DIRECTORAL No. 012-DGIDI-CIENTIFICA-2021 sobre Normas de precisiones de exoneración del Comité de Ética. Se aprueba el registro N° **172-2020-POS8** del proyecto de Tesis Titulado: **"RESISTENCIA AL MICROCIZALLAMIENTO EN UNA RESINA DE LABORATORIO CON 4 TRATAMIENTOS DE SUPERFICIES. ESTUDIO IN VITRO"** presentado por **PURE FLORES, MIRELLA CINTHYA.**

**CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de posgrado para obtener el Título de Segunda Especialidad en **REHABILITACIÓN ORAL** en la Carrera de Estomatología de la Universidad Científica del Sur, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo con la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

**SE RESUELVE:**

**ART. 1°: APROBAR E INSCRIBIR** el Proyecto de Tesis titulado: **"RESISTENCIA AL MICROCIZALLAMIENTO EN UNA RESINA DE LABORATORIO CON 4 TRATAMIENTOS DE SUPERFICIES. ESTUDIO IN VITRO"** de la **CD. PURE FLORES, MIRELLA CINTHYA** con registro: **N° 172-2020-POS8** y establecer la vigencia de aprobación de este documento de dieciocho (18) meses (hasta el 26 de febrero del 2024), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto de investigación.

**ART. 2°: NOMBRAR** Asesor/a del trabajo de tesis señalado, a al/la **Mg. CD. HUERTAS MOGOLLÓN, GUSTAVO AUGUSTO.**

Regístrese, comuníquese y archívese.

CARRERA DE ESTOMATOLOGÍA · DIRECCIÓN ACADÉMICA · UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

**Dr. Claudio Peña Soto**
**Director Académico de la Carrera de Estomatología**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ANEXO 03: Instrumentos usados en la investigación.

INMELAB ingenieria & metrologia

*CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN*
**LMF - 2022 - 018**



Fecha de emisión: 2022-08-16
Fecha de expiración: 2023-08-16
Expediente: LMC-2022-0898

**1. SOLICITANTE** : **HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.**
Dirección : Nro. 1319 Int. 116 Urb. Los Jardines de San Juan, Etapa II, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓ** : **MAQUINA DIGITAL DE ENSAYOS UNIVERSALES**

| | |
|---|---|
| Marca | : LG |
| Modelo | : CMT-5L |
| Serie | : 7419 |
| Identificación | : No Indica |
| Rango de indicación | : 5000,00 N |
| División mínima | : 0,01 N |
| Tipo de Ensayo | : Tracción |
| Tipo de indicación | : Digital |
| Procedencia | : Korea |
| Ubicación | : No Indica |
| Fecha de Calibración | : 2022-08-15 |

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario esta en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

LABORATORIOS MECALAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**3. METODO DE CALIBRACION:**

- La calibración se realizó por medición directa y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad nacional. Se tomó como referencia la norma ISO 7500-1: 2004 Materiales Metálicos. Verificación de máquinas de ensayos uniaxiales parte 1. Máquinas de ensayo tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.

**4. LUGAR DE CALIBRACION:**
**LABORATORIOS MECALAB S.A.C.**
Av. Lurigancho Nro. 1063, San Juan de Lurigancho - Lima.

**5. CONDICIONES AMBIENTALES:**

| | Inicial | Final |
|---|---|---|
| Temperatura (°C) | 20,3 °C | 20,4 °C |
| Humedad Relativa (%HR) | 59 %HR | 57 %HR |

**6. PATRONES DE REFERENCIA:**

| Trazabilidad | Patrón | Identificación | Certificado de Calibración |
|---|---|---|---|
| DM-INACAL | Termohigrometro | PT-TH-02 | LH-088-2021 Cal: Septiembre |
| INMELAB | Juego de pesas 1 g a 2 kg / M2 | PM-JM2-02 | LMM-2022-018 Cal: Febrero 2022 |
| INMELAB | Juego de pesas 5 kg, 10 kg, 20 kg / M2 | PM-JM2-01 | LMM-2022-024 Cal: Marzo 2022 |

Gerente de Metrología

INMELAB ingenieria & metrologia
Firmado digitalmente por Jorge Padilla Dueñas
Fecha: 2022.08.16 10:05:52 -05'00'

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIOS MECALAB S.A.C."



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



Máquina digital de ensayo universal

(CMT5L, LG, Paju, Corea)



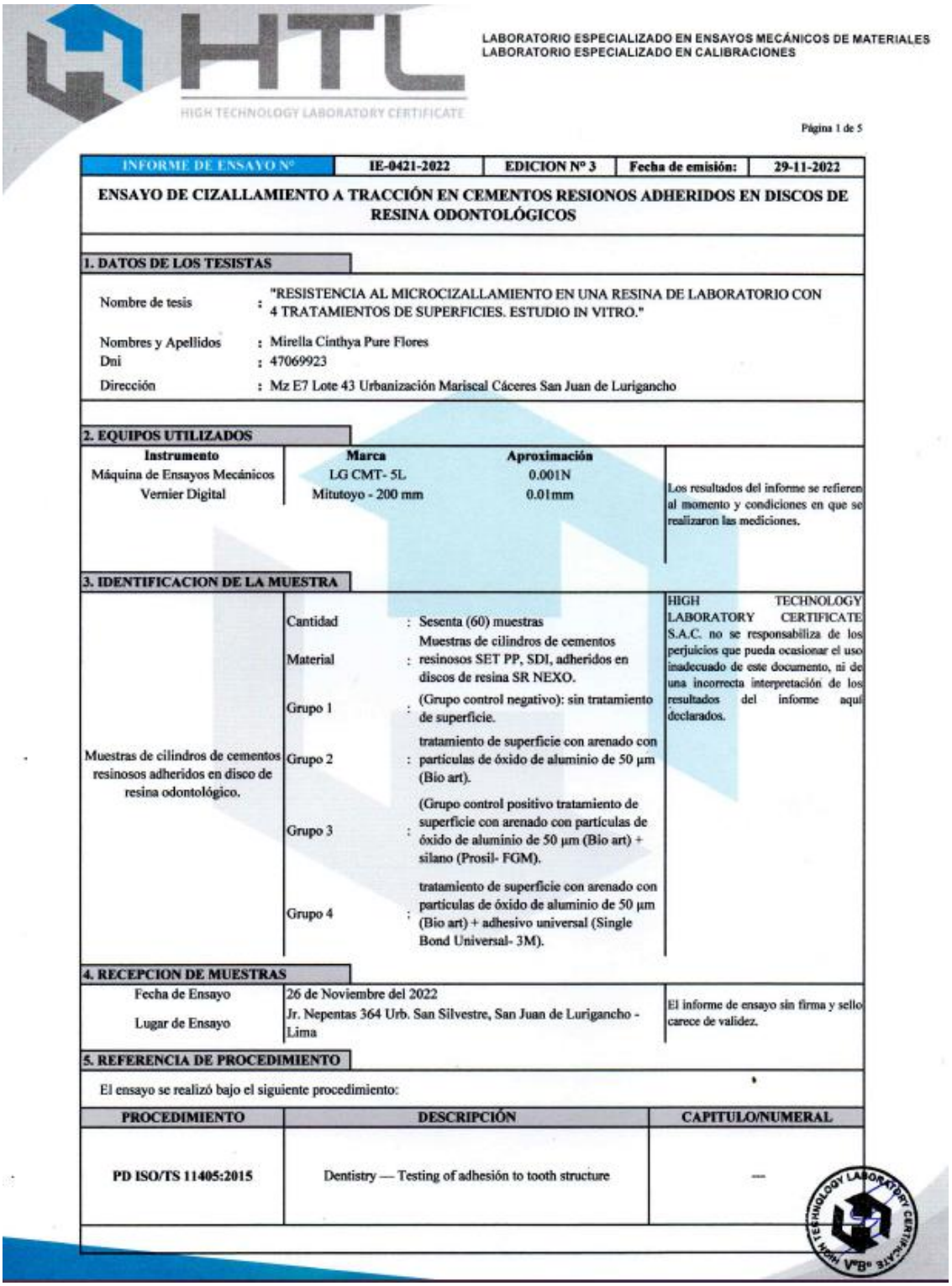

Microscopio estereoscópico (Stemi

305, Carl Zeiss, Suzhou, China)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ANEXO 04: Otros documentos e información de utilidad para la tesis.



HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 5

| INFORME DE ENSAYO N° | IE-0421-2022 | EDICION Nº 3 | Fecha de emisión: | 29-11-2022 |
|---|---|---|---|---|

**ENSAYO DE CIZALLAMIENTO A TRACCIÓN EN CEMENTOS RESIONOS ADHERIDOS EN DISCOS DE RESINA ODONTOLÓGICOS**

**1. DATOS DE LOS TESISTAS**

| | | |
|---|---|---|
| Nombre de tesis | : | "RESISTENCIA AL MICROCIZALLAMIENTO EN UNA RESINA DE LABORATORIO CON 4 TRATAMIENTOS DE SUPERFICIES. ESTUDIO IN VITRO." |
| Nombres y Apellidos | : | Mirella Cinthya Pure Flores |
| Dni | : | 47069923 |
| Dirección | : | Mz E7 Lote 43 Urbanización Mariscal Cáceres San Juan de Lurigancho |

**2. EQUIPOS UTILIZADOS**

| Instrumento | Marca | Aproximación | |
|---|---|---|---|
| Máquina de Ensayos Mecánicos | LG CMT- 5L | 0.001N | Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. |
| Vernier Digital | Mitutoyo - 200 mm | 0.01mm | |

**3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Muestras de cilindros de cementos resinosos adheridos en disco de resina odontológico. | Cantidad | : Sesenta (60) muestras | HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados. |
| | Material | : Muestras de cilindros de cementos resinosos SET PP, SDI, adheridos en discos de resina SR NEXO. | |
| | Grupo 1 | : (Grupo control negativo): sin tratamiento de superficie. | |
| | Grupo 2 | : tratamiento de superficie con arenado con partículas de óxido de aluminio de 50 µm (Bio art). | |
| | Grupo 3 | : (Grupo control positivo tratamiento de superficie con arenado con partículas de óxido de aluminio de 50 µm (Bio art) + silano (Prosil- FGM). | |
| | Grupo 4 | : tratamiento de superficie con arenado con partículas de óxido de aluminio de 50 µm (Bio art) + adhesivo universal (Single Bond Universal- 3M). | |

**4. RECEPCION DE MUESTRAS**

| | | |
|---|---|---|
| Fecha de Ensayo | 26 de Noviembre del 2022 | El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez. |
| Lugar de Ensayo | Jr. Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima | |

**5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO**

El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:

| PROCEDIMIENTO | DESCRIPCIÓN | CAPITULO/NUMERAL |
|---|---|---|
| PD ISO/TS 11405:2015 | Dentistry — Testing of adhesión to tooth structure | — |

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



| INFORME DE ENSAYO N° | IE-0421-2022 | EDICION N° 3 | Fecha de emisión: | 29-11-2022 |
|---|---|---|---|---|

## 6. CONDICIONES DE ENSAYO

| | Inicial | Final |
|---|---|---|
| Temperatura | 19.1 °C | 19.0 °C |
| Humedad Relativa | 61 %HR | 61 %HR |

## 7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO

**Grupo 1: (Grupo control negativo) sin tratamiento de superficie.**

| Grupos rotulados | Muestra | Área (mm²) | Fuerza máxima (N) | Esfuerzo de cizallamiento (Mpa) |
|---|---|---|---|---|
| 1.1 | 1 | 1.25 | 17.33 | 13.90 |
| | 2 | 1.27 | 15.27 | 12.05 |
| | 3 | 1.25 | 14.35 | 11.51 |
| 1.2 | 1 | 1.29 | 17.02 | 13.23 |
| | 2 | 1.33 | 15.56 | 11.72 |
| | 3 | 1.27 | 15.99 | 12.62 |
| 1.3 | 1 | 1.31 | 17.16 | 13.13 |
| | 2 | 1.52 | 16.98 | 11.19 |
| | 3 | 1.41 | 15.08 | 10.69 |
| 1.4 | 1 | 1.13 | 16.01 | 14.16 |
| | 2 | 1.27 | 14.14 | 11.16 |
| | 3 | 1.29 | 16.27 | 12.64 |
| 1.5 | 1 | 1.43 | 18.28 | 12.77 |
| | 2 | 1.25 | 18.84 | 15.11 |
| | 3 | 1.13 | 16.77 | 14.83 |
| 1.6 | 1 | 1.13 | 10.40 | 9.20 |
| | 2 | 0.88 | 16.71 | 18.94 |
| | 3 | 0.97 | 16.39 | 16.94 |
| 1.7 | 1 | 1.09 | 15.30 | 13.99 |
| | 2 | 0.79 | 13.03 | 16.59 |
| | 3 | 1.09 | 13.88 | 12.69 |
| 1.8 | 1 | 0.92 | 14.10 | 15.39 |
| | 2 | 0.90 | 10.15 | 11.29 |
| | 3 | 0.92 | 11.75 | 12.83 |
| 1.9 | 1 | 1.04 | 15.13 | 14.57 |
| | 2 | 1.06 | 17.14 | 16.22 |
| | 3 | 1.00 | 13.40 | 13.36 |
| 1.10 | 1 | 0.92 | 12.04 | 13.14 |
| | 2 | 0.72 | 10.82 | 14.95 |
| | 3 | 1.09 | 14.95 | 13.67 |

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



| INFORME DE ENSAYO N° | IE-0421-2022 | EDICION N° 3 | Fecha de emisión: | 29-11-2022 |
|---|---|---|---|---|

**Grupo 2: tratamiento de superficie con arenado con partículas de óxido de aluminio de 50 µm (Bio art).**

| Grupos rotulados | Muestra | Área ($mm^2$) | Fuerza máxima (N) | Esfuerzo de cizallamiento (Mpa) |
|---|---|---|---|---|
| 2.1 | 1 | 1.09 | 15.30 | 13.99 |
| | 2 | 1.39 | 19.77 | 14.23 |
| | 3 | 1.06 | 17.13 | 16.21 |
| 2.2 | 1 | 1.09 | 15.49 | 14.16 |
| | 2 | 1.13 | 15.23 | 13.47 |
| | 3 | 1.35 | 19.36 | 14.36 |
| 2.3 | 1 | 1.27 | 18.46 | 14.57 |
| | 2 | 1.04 | 15.87 | 15.28 |
| | 3 | 1.35 | 18.10 | 13.43 |
| 2.4 | 1 | 1.21 | 18.76 | 15.53 |
| | 2 | 1.09 | 16.93 | 15.48 |
| | 3 | 1.31 | 17.27 | 13.21 |
| 2.5 | 1 | 1.04 | 14.37 | 13.83 |
| | 2 | 1.09 | 15.98 | 14.61 |
| | 3 | 1.23 | 17.96 | 14.64 |
| 2.6 | 1 | 0.99 | 15.30 | 15.53 |
| | 2 | 0.99 | 14.76 | 14.98 |
| | 3 | 1.23 | 14.88 | 12.13 |
| 2.7 | 1 | 1.33 | 17.28 | 13.02 |
| | 2 | 1.27 | 19.00 | 15.00 |
| | 3 | 1.04 | 16.05 | 15.45 |
| 2.8 | 1 | 1.09 | 18.56 | 16.97 |
| | 2 | 1.23 | 17.04 | 13.89 |
| | 3 | 1.13 | 14.99 | 13.25 |
| 2.9 | 1 | 1.15 | 16.28 | 14.16 |
| | 2 | 1.08 | 16.23 | 15.10 |
| | 3 | 1.09 | 15.20 | 13.90 |
| 2.10 | 1 | 1.27 | 17.02 | 13.44 |
| | 2 | 1.21 | 16.45 | 13.62 |
| | 3 | 1.25 | 18.78 | 15.06 |




Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



| INFORME DE ENSAYO N° | IE-0421-2022 | EDICION N° 3 | Fecha de emisión: | 29-11-2022 |
|---|---|---|---|---|

**Grupo 3: (Grupo control positivo) tratamiento de superficie con arenado con partículas de óxido de aluminio de 50 µm (Bio art) + silano (Prosil- FGM).**

| Grupos rotulados | Muestra | Área (mm²) | Fuerza máxima (N) | Esfuerzo de cizallamiento (Mpa) |
|---|---|---|---|---|
| 3.1 | 1 | 1.35 | 18.53 | 13.75 |
| | 2 | 1.11 | 16.79 | 15.10 |
| | 3 | 1.00 | 18.43 | 18.38 |
| 3.2 | 1 | 1.15 | 17.60 | 15.31 |
| | 2 | 1.23 | 17.73 | 14.45 |
| | 3 | 1.19 | 17.78 | 14.96 |
| 3.3 | 1 | 1.29 | 17.34 | 13.48 |
| | 2 | 1.06 | 15.28 | 14.46 |
| | 3 | 1.33 | 20.48 | 15.43 |
| 3.4 | 1 | 1.29 | 18.71 | 14.54 |
| | 2 | 1.13 | 15.34 | 13.56 |
| | 3 | 1.29 | 18.47 | 14.35 |
| 3.5 | 1 | 1.13 | 16.18 | 14.31 |
| | 2 | 1.23 | 17.49 | 14.25 |
| | 3 | 1.17 | 17.70 | 15.14 |
| 3.6 | 1 | 1.21 | 15.78 | 13.04 |
| | 2 | 1.34 | 18.75 | 13.99 |
| | 3 | 1.12 | 18.49 | 16.51 |
| 3.7 | 1 | 1.29 | 18.31 | 14.19 |
| | 2 | 1.16 | 17.95 | 15.47 |
| | 3 | 1.16 | 17.37 | 14.97 |
| 3.8 | 1 | 1.20 | 17.22 | 14.35 |
| | 2 | 1.26 | 19.44 | 15.43 |
| | 3 | 1.21 | 18.00 | 14.88 |
| 3.9 | 1 | 1.16 | 15.07 | 12.99 |
| | 2 | 1.26 | 19.21 | 15.25 |
| | 3 | 0.96 | 14.28 | 14.88 |
| 3.10 | 1 | 1.11 | 15.25 | 13.74 |
| | 2 | 1.07 | 14.99 | 14.01 |
| | 3 | 1.26 | 16.20 | 12.86 |

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



| INFORME DE ENSAYO N° | IE-0421-2022 | EDICION N° 3 | Fecha de emisión: | 29-11-2022 |
|---|---|---|---|---|

**Grupo 4: tratamiento de superficie con arenado con partículas de óxido de aluminio de 50 µm (Bio art) + adhesivo universal (Single Bond Universal- 3M).**

| Grupos rotulados | Muestra | Área ($mm^2$) | Fuerza máxima (N) | Esfuerzo de cizallamiento (Mpa) |
|---|---|---|---|---|
| 4.1 | 1 | 1.21 | 17.64 | 14.61 |
| | 2 | 1.21 | 15.78 | 13.07 |
| | 3 | 1.08 | 17.07 | 15.88 |
| 4.2 | 1 | 1.13 | 27.64 | 24.44 |
| | 2 | 1.11 | 16.30 | 14.66 |
| | 3 | 1.15 | 18.39 | 15.99 |
| 4.3 | 1 | 1.04 | 15.53 | 14.95 |
| | 2 | 0.88 | 14.02 | 15.89 |
| | 3 | 1.08 | 14.63 | 13.61 |
| 4.4 | 1 | 0.88 | 15.41 | 17.46 |
| | 2 | 0.83 | 13.98 | 16.78 |
| | 3 | 1.08 | 15.94 | 14.83 |
| 4.5 | 1 | 1.33 | 20.33 | 15.32 |
| | 2 | 1.15 | 19.15 | 16.65 |
| | 3 | 1.17 | 17.78 | 15.21 |
| 4.6 | 1 | 1.27 | 17.12 | 13.51 |
| | 2 | 1.23 | 14.80 | 12.06 |
| | 3 | 1.33 | 20.19 | 15.21 |
| 4.7 | 1 | 1.29 | 15.66 | 12.17 |
| | 2 | 1.25 | 16.33 | 13.10 |
| | 3 | 1.09 | 15.08 | 13.79 |
| 4.8 | 1 | 0.83 | 15.67 | 18.81 |
| | 2 | 1.13 | 14.06 | 12.43 |
| | 3 | 0.85 | 15.77 | 18.56 |
| 4.9 | 1 | 1.21 | 13.45 | 11.14 |
| | 2 | 0.85 | 15.50 | 18.25 |
| | 3 | 1.19 | 18.11 | 15.24 |
| 4.10 | 1 | 1.09 | 23.61 | 21.59 |
| | 2 | 1.11 | 16.39 | 14.74 |
| | 3 | 1.06 | 17.33 | 16.40 |

HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

**ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN**
CIP: 193364
INGENIERO MECÁNICO
Jefe de Laboratorio

HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

El resultado solo es válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.

FIN DEL DOCUMENTO

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis