



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ANÁLISIS DE LA VERACIDAD DIMENSIONAL ENTRE MODELOS 3D IMPRESOS CON RESINA DE PROTOTIPADO Y RESINA CON MONÓMEROS ACRÍLICOS DE APLICACIÓN DENTAL

Línea de investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autor

López Ramírez, Walter Gabriel

Asesora

Poma Castillo, Lucía Februcia

ORCID: 0000-0001-6964-6959

Jurado

García Rupaya, Carmen Rosa

Vargas García, Dalila Liliana

Velasquez Velasquez, Roxana Pilar

Lima - Perú

2026

ANÁLISIS DE LA VERACIDAD DIMENSIONAL ENTRE MODELOS 3D IMPRESOS CON RESINA DE PROTOTIPADO Y RESINA CON MONÓMEROS ACRÍLICOS DE APLICACIÓN DENTAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

ÍNDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal

Trabajo del estudiante

2%

3

repositorio.unfv.edu.pe:8080

Fuente de Internet

1%

4

revistas.uni.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

5

www.svinfectologia.org

Fuente de Internet

<1%

6

Submitted to Universitat Internacional de Catalunya

Trabajo del estudiante

<1%

7

repositorio.unsaac.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

8

core.ac.uk

Fuente de Internet

<1%

9

repositorioacademico.upc.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

10

issuu.com

Fuente de Internet

<1%

11

revista.cpaqv.org

Fuente de Internet



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ANÁLISIS DE LA VERACIDAD DIMENSIONAL ENTRE MODELOS 3D IMPRESOS CON RESINA DE PROTOTIPADO Y RESINA CON MONÓMEROS ACRÍLICOS DE APLICACIÓN DENTAL

Línea de Investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autor

López Ramírez, Walter Gabriel

Asesora

Poma Castillo, Lucía Februcia

ORCID:0000-0001-6964-6959

Jurado

García Rupaya, Carmen Rosa

Vargas García, Dalila Liliana

Velasquez Velasquez, Roxana Pilar

Lima – Perú

2026

DEDICATORIA

A mis padres Enrique López Figueroa y Flor de María Ramírez Escobar, gracias a su apoyo incondicional, paciencia y confianza durante toda mi vida y formación profesional. A mis hermanas Antuanet y Erika por acompañarme en todo momento y celebrar cada uno de mis logros.

AGRADECIMIENTO

A mi querida Facultad de Odontología y a la plana docente, que contribuyó con éxito a mi formación profesional. A mi Asesora, Dra. Poma Castillo, por orientarme, por la paciencia y compromiso en corregir mi trabajo de investigación, para lograr su finalización. Al Laboratorio de Química Cuántica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, así como al Laboratorio HTL, por facilitar los equipos necesarios para la ejecución de esta investigación. Finalmente, a las personas que contribuyeron de manera directa o indirecta en la culminación de esta investigación.

ÍNDICE

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Objetivos.....	10
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	10
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	11
1.4. Justificación.....	11
1.4.1. <i>Justificación teórica</i>	11
1.4.2. <i>Justificación práctica</i>	11
1.4.3. <i>Justificación social</i>	12
1.5. Hipótesis.....	12
II. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	13
2.1.1. <i>Flujo digital en odontología</i>	13
2.1.2. <i>Impresión tridimensional</i>	15
2.1.3. <i>Resinas tridimensionales</i>	16
2.1.4. <i>Veracidad dimensional</i>	18
III. MÉTODO.....	20
3.1. Tipo de investigación.....	20
3.2. Ámbito temporal y espacial.....	20
3.3. Variables.....	20
3.3.1. <i>Operacionalización de variables</i>	21

3.4. Población y muestra.....	22
3.4.1. Población.....	22
3.4.2. Muestra.....	22
3.4.3. Criterios de selección.....	23
3.5. Instrumentos.....	23
3.6. Procedimientos.....	24
3.7. Análisis de datos.....	25
3.8. Consideraciones éticas.....	25
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	30
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. RECOMENDACIONES.....	36
VIII. REFERENCIAS.....	37
IX. ANEXOS.....	41
9.1. Anexo A.....	41
9.1.1. Matriz de consistencia.....	41
9.2. Anexo B.....	42
9.2.1. Ficha de recolección de datos para la resina de prototipado.....	42
9.3. Anexo C.....	43
9.3.1. Ficha de recolección de datos para resina de aplicación dental.....	43
9.4. Anexo D.....	44
9.4.1. Características de los instrumentos de medición.....	44
9.5. Anexo E.....	45
9.5.1. Cálculo de muestra en prueba piloto.....	45
9.6. Anexo F.....	46

9.6.1. Carta de aprobación del comité de ética.....	46
9.7. Anexo G.....	47
9.7.1. Carta de presentación para el laboratorio de impresión tridimensional.....	47
9.8. Anexo H.....	48
9.8.1. Carta de presentación para el laboratorio de medición.....	48
9.9. Anexo I.....	49
9.9.1. Imágenes de ejecución del proyecto.....	49
9.10. Anexo J.....	54
9.10.1. Parámetros de la resina de prototipado en la impresora.....	54
9.11. Anexo K.....	54
9.11.1. Parámetros de la resina de aplicación dental en la impresora.....	54
9.12. Anexo L.....	55
9.12.1. Ficha de resultados obtenidos por el laboratorio de medición.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de la veracidad dimensional entre los modelos impresos con la resina de prototipado y el modelo original.....	26
Tabla 2. Análisis de la veracidad dimensional entre los modelos impresos con la resina de aplicación dental y el modelo original.....	27
Tabla 3. Comparación y análisis de la veracidad dimensional entre los modelos impresos con resina de prototipado y de aplicación dental.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Veracidad dimensional entre los modelos impresos con resina de prototipado y el modelo original.....	26
Figura 2. Veracidad dimensional entre los modelos impresos con resina de aplicación dental y el modelo original.....	28
Figura 3. Comparación de la veracidad dimensional entre los modelos impresos con resina de prototipado y resina de aplicación dental.....	29

RESUMEN

Objetivo: Analizar la veracidad dimensional entre modelos 3D impresos con resina 3D Pro Model de prototipado y Portux 3D® Model de aplicación dental. **Método:** El tipo de investigación fue de tipo comparativo, experimental, prospectivo y transversal. Se confeccionó un modelo CAD en un software de diseño 3D para tenerlo como referencia con dimensiones estandarizadas. Luego se imprimieron en el laboratorio de investigación de Nuevos Materiales para innovación tecnológica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos un total de 30 muestras en una impresora Phrozen® Sonic Mighty 8K, y fueron subdivididas en dos grupos (n=15) según la resina empleada para la impresión, ya sea de prototipado o la resina de aplicación dental. Finalmente, se realizaron las mediciones empleando un Micrómetro digital IP54– Insize 3540-50 y el Pie de rey Mitutoyo modelo CD-8” ASX. **Resultados:** Se encontró que las dimensiones promedio con la resina de prototipado 3D Pro Model fueron de 64.73 de longitud, 10.07 de ancho y 3.61 de espesor; mientras que en los modelos de la resina de aplicación dental Portux 3D® Model las dimensiones medias fueron de 65.05 de longitud, 10.14 de ancho y 3.56 de espesor. **Conclusiones:** Se concluyó que la veracidad dimensional en los modelos impresos con la resina de aplicación dental Portux 3D® es más estable y estadísticamente significativa que la presentada en los modelos impresos con la resina de prototipado 3D Pro Model; sin embargo, todos los modelos impresos con ambas resinas presentaron variaciones estadísticamente significativas ($p < 0.001$) con respecto al modelo CAD de referencia.

Palabras clave: impresión tridimensional, veracidad dimensional, resinas tridimensionales

ABSTRACT

Objective: To analyze the dimensional accuracy of 3D models printed with 3D Pro Model prototyping resin and Portux 3D® Model for dental applications. **Method:** This was a comparative, experimental, prospective, and cross-sectional study. A CAD model was created using 3D design software to serve as a reference with standardized dimensions. A total of 30 samples were then printed in the New Materials for Technological Innovation Research Laboratory at the National University of San Marcos using a Phrozen® Sonic Mighty 8K printer. These samples were subdivided into two groups (n=15) based on the resin used for printing: prototyping resin or dental application resin. Finally, measurements were taken using an IP54 digital micrometer – Insize 3540-50 and a Mitutoyo CD-8” ASX. **Results:** The average dimensions of the models printed with the 3D Pro Model prototyping resin were found to be 64.73 mm in length, 10.07 mm in width, and 3.61 mm in thickness; while the average dimensions of the models printed with the Portux 3D® Model dental resin were 65.05 mm in length, 10.14 mm in width, and 3.56 mm in thickness. **Conclusions:** It was concluded that the dimensional accuracy of the models printed with the Portux 3D® dental resin is more stable and statistically significant than that of the models printed with the 3D Pro Model prototyping resin; however, all models printed with both resins showed statistically significant variations ($p < 0.001$) compared to the reference CAD model.

Keywords: three dimensional printing, dimensional accuracy, three-dimensional resins

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos, las nuevas tecnologías han irrumpido en los campos de salud, buscando dar rapidez y precisión en trabajos que antes dependían exclusivamente del operador (Ortiz, 2023).

En los servicios dentales, se solía obtener modelos de los maxilares por medio de métodos tradicionales como las impresiones con materiales elásticos y/o siliconas; posteriormente se hizo uso de tecnologías de fabricación sustractiva (FS), el cual es un proceso en el que se elimina material de un objeto sólido por un fresado. Actualmente, las tecnologías de fabricación aditiva (FA) o tecnología de impresión 3D, que es la creación de objetivos en tres dimensiones a modo de capa por capa (por añadidura), es cada vez más empleado en los tratamientos odontológicos como una herramienta de simplificación de procesos y reducción de tiempos para el profesional. Su aplicación más común es el uso de materiales poliméricos para generar modelos dentales (Johansson et al., 2021).

La impresión de modelos con alta veracidad y precisión depende de una amplia gama de factores como es la técnica de manufactura, el tipo de impresora, la parametrización correcta de la impresora y el tipo de resina utilizada. Las principales tecnologías usadas en el campo de la impresión 3D dental son la estereolitografía (SLA), la más precisa pero costosa; la de Procesamiento Digital de Luz (DLP) y las de pantalla de cristal líquido (LCD) que es la más accesible económicamente y rápida. Todas actúan polimerizando una resina líquida por incidencia controlada de la luz UV (Alshamrani y Ellakwa, 2022).

En los casos de modelos dentales, la veracidad se representa como la similitud de medidas entre el objeto impreso y el del diseño asistido por computadora (CAD). Adicionalmente, los materiales empleados para el proceso de impresión 3D deben ser aprobados para uso en boca y cumplir con normas de seguridad y regulaciones odontológicas (Zhang et al., 2019; International Organization for Standardization, 2015).

El gran número de investigaciones se han abocado a comparar la precisión de materiales con diferentes impresoras o técnicas; empero, puede haber diferencias significativas entre materiales diferentes en la misma impresora, ya que el rango de activación, contracción y traslucidez difieren en cada material (Revilla et al., 2019).

1.1. Descripción y formulación del problema

La expansión tecnológica CAD-CAM (Manufactura Asistida por Computadora) ha tenido, desde la década de los 80, un impacto sustancial en la odontología, buscando simplificar los protocolos de atención y reducir significativamente el tiempo clínico del operador dental, laboratorio dental e incluso en la conclusión del tratamiento (Dawood et al., 2015; Filgueiras et al., 2018).

Actualmente, la comunidad científica ha desarrollado estudios comparativos sobre las técnicas de manufactura diferentes, grado de polimerización, grosor de capa y propiedades físicas; por otro lado, no se ha desarrollado de manera extensa la importancia de evidenciar las diferencias clínicas, toxicidad de sus componentes, veracidad y precisión de los materiales a base de polímeros usados en los flujos digitales (Sulaiman, 2020).

Es así como, en el caso específico de las resinas 3D; que son materiales líquidos fotosensibles que son utilizados en los diferentes tipos de manufactura SLA, DLP o LCD y se curan a la exposición de luz ultravioleta; se tiene una alta demanda de productos en el mercado a disposición. Los costos de estos materiales son muy variables, lo que, en mucho de los casos es la principal razón de adquisición por parte del profesional de la salud bucal o del laboratorista dental (Alshamrani y Ellakwa, 2022; Johansson et al., 2021).

Empero, existe un reducido número de marcas comerciales que han desarrollado resinas 3D y fomentan el uso de esta tecnología destacando la relevancia del uso exclusivo en el campo odontológico; ya que cuentan con monómeros de calidad o grado dental y resaltan su capacidad

de conseguir una buena veracidad y precisión con una significativa reducción citotóxica en comparación con las resinas de impresión de tipo industrial (prototipado).

En consecuencia, en la presente investigación se analizará la veracidad que presentan dos tipos de resinas de impresión 3D con la finalidad de dar respuesta a la siguiente interrogante:

¿Cuál es la diferencia de la veracidad dimensional entre modelos 3D impresos con resina de prototipado y resina con monómeros acrílicos de aplicación dental?

1.2. Antecedentes

Duarte et al. (2025) En San Pablo, Brasil se ejecutó un proyecto de investigación con el fin de evaluar la precisión de las resinas para impresión 3D en un proceso digital por luz. Para poder realizarlo, se utilizó un modelo de yeso el cual fue obtenido de un modelo prefabricado, dicho modelo se escaneo con un escáner intraoral de marca Shining y se obtuvo un archivo STL, dicho archivo se usó como referencia para las medidas. Se imprimió 30 muestras con los 3 tipos resinas (n=10) las cuales son: Low Smell Skin, Prizma 3D - Model - DM-300 y Smart Print LCD Model, usando una impresora 3D Anycubic Photon. Después de la impresión, los modelos fueron escaneados y subidos al programa Geomagic el cual se encargó mediante la superposición de imágenes medir la precisión de los modelos en 4 puntos exactos. Dando como resultado, que las resinas si influyen de forma significativa en las discrepancias de área ($p < 0,001$), sin diferencias importantes entre la resina Prizma y Smart Print, lo cual fue diferente con la resina Low Smell Skin que presento discrepancias menores. Las medidas lineales la resina Prizma tuvo valores inferiores de 0.2 mm a las referenciales; mientras que en las otras dos resinas los valores fueron superiores al referencial. Se concluyó que la resina de impresión que se utilizan influye en las discrepancias de reproducción, pero las resinas de impresión 3D se podrían usar de manera útil en modelos dentales.

Salles et al. (2024) realizaron un trabajo de investigación comparativo, in vitro, experimental en Santiago, Chile tuvo como objetivo determinar la variación en las dimensiones

de los modelos dentales en formato 3D obtenidos por dos impresoras, una de alto y otra de bajo costo, en comparación con el modelo original. Para el estudio, se empleó un modelo maxilar diseñado de manera digital con la tecnología CAD, el cual fue impreso por 5 veces en orientación vertical y horizontal ($n=20$), con dos impresoras 3D (Anycubic Photon y Formlab). Una vez que se tuvieron los 20 especímenes en físico se pasaron a un formato digital STL utilizando un escáner U3D-UO300. Por medio del programa 3D slicer se hicieron superposición de imágenes del incisivo central derecho, de la zona del rafe medio, y de la cara oclusal del primer molar superior derecho para obtener una diferencia de medidas promedio. Se concretaron como resultados que al comparar las impresiones en orientación vertical y horizontal no se hallaron diferencias relevantes; sin embargo, se encontraron diferencias estadísticas significativas al comparar los modelos que fueron impresos en la Anycubic respecto a los de orientación vertical en la impresora Formlabs. Se puede concluir del estudio, con sus limitaciones, que existen diferencias en los modelos 3D al ser impresor en dos equipos diferentes, ya que en este la impresora Formlabs evidencio una mejor precisión indiferentemente de la orientación, pero las diferencias no tienen significancia.

Heredia Huánuco (2024) el estudio realizado en Perú buscó determinar la influencia del grosor de la capa de impresión sobre la resistencia a la flexión y la microdureza de una resina dental de impresión en 3D. Se trató de un estudio experimental in vitro, comparativo y transversal, en el que se fabricaron 216 muestras de resina Optiprint Lumina de la marca (Dentona) con tres diferentes alturas de capa (30, 50 y 100 μm) y tres tiempos de fotopolimerización (10, 20 y 40 minutos). Las muestras fueron sometidas a pruebas de resistencia flexural mediante una máquina de ensayo universal y a microdureza Vickers con un durómetro, procesando los datos con ANOVA y Tukey. Los resultados demostraron que los grosores de capa de 30 y 50 μm alcanzaron los valores más altos de resistencia a la flexión (73,35 MPa y 70,06 MPa respectivamente) y de microdureza (24,72 VHN), especialmente

cuando se empleó un tiempo de fotopolimerización de 40 minutos, siendo estadísticamente superiores al grosor de 100 μm . Se concluyó que una menor altura de capa mejora significativamente las propiedades mecánicas del material, ya que favorece una mayor transmisión de luz y grado de conversión de monómeros, lo que optimiza la resistencia y dureza de la resina impresa. Este hallazgo constituye un aporte relevante para definir parámetros de impresión más eficientes en odontología digital.

Molina et al. (2024) realizaron una investigación cuyo propósito fue describir los usos y beneficios de la impresión 3D en el ámbito odontológico, destacando su relevancia en la fabricación de restauraciones y prótesis personalizadas. Explicaron que esta tecnología ha revolucionado los procedimientos clínicos y de laboratorio, permitiendo la confección de coronas, carillas, incrustaciones, férulas y prótesis mediante el uso de resinas odontológicas y biopolímeros como el ácido poliláctico (PLA). El estudio enfatizó la importancia del diseño asistido por computadora (CAD) dentro del flujo digital, ya que facilita la creación de modelos tridimensionales precisos que posteriormente se imprimen capa por capa. Los autores concluyeron que la impresión 3D representa una innovación tecnológica de alto impacto en la odontología contemporánea, ya que reduce tiempos de producción, mejora la exactitud, optimiza los costos y permite desarrollar tratamientos personalizados.

Palaszkó et al. (2024) Fue realizado en Hungría un estudio in vitro con el propósito de comparar la veracidad de cinco sistemas de impresión 3D, incluyendo impresoras de gama económica y profesional, bajo un protocolo estandarizado de producción y evaluación. Se imprimieron modelos maxilares con diferentes tecnologías (DLP, SLA, LCD, FDM), empleando resinas recomendadas por cada fabricante, y posteriormente se analizaron mediante superposición digital con el modelo de referencia CAD. Los resultados mostraron que las impresoras de bajo costo ofrecieron niveles de exactitud comparables a las profesionales, indicando que el precio del equipo no es un factor determinante de la precisión en la fabricación

de modelos dentales. Este hallazgo resalta la posibilidad de implementar equipos accesibles sin comprometer la calidad dimensional en odontología digital.

González y García (2023) realizaron un trabajo experimental in vitro, tuvo como finalidad determinar datos representativos de un análisis de manufactura por adición en tecnología de impresión 3D. Se inicio diseñando las muestras en el programa CAD, cabe resaltar que el modelo es homogéneo lo que facilitara las evaluaciones correspondientes. Para la impresión, se emplearon 3 máquinas con características homogéneas en parametrización siguiendo sus instrucciones de cada equipo. Para la medición de los especímenes se empleó un vernier analógico y otro digital para evaluar. Se lograron obtener como resultados que en cuanto a las siete mediciones de la muestra no se ha detectado diferente entre ella; mientras que entre las medidas de las muestras de diferentes impresoras 3D si se evidencia una diferencia. También, se logra determinar que el calibrado digital son más afines a las mediciones con respecto a las impresoras. Se obtuvo que con ambos instrumentos las impresoras con numeración 2 y 3 son las que equilibran mejor el sistema y las condiciones. Se concluyo que este tipo de investigaciones tienen gran utilidad para determinar que equipos usar en procesos específicos y buscar una estandarización adecuada, y se determina que lo que más influye en este tipo de estudios no es el instrumento o el operador si no las impresoras 3D.

Resende et al. (2023) realizaron una investigación in vitro con el objetivo de evaluar la precisión de modelos impresos utilizando una impresora 3D (SLA), con diferentes espesores de capa (20, 50 y 10 μm) y dos resinas diferentes. Se escaneo un molde maestro y con el STL se imprimió para obtener las muestras, los moldes impresos se escanearon con ayuda de un escáner de laboratorio. Los archivos STL obtenido por lo modelos impresos se superpusieron y se compararon en un programa Geomagic Control 3D. Para los resultados obtenidos se empleó la prueba ANOVA de doble vía para evaluar la veracidad y una prueba de Tukey para identificar diferencias entre los grupos ($\alpha = 0,05$). No se encontraron diferencias de gran

relevancia estadística en la precisión entre las tres capas de resinas ($p > 0,05$) y se resalta que al ser más reducido el espesor de la capa, el tiempo de impresión fue menor. Se puede concluir, en este estudio, que al momento de la impresión de modelos se puede hacer uso de configuración rápidas sin afectar la precisión, lo que permitiría acelerar el flujo digital, adicionalmente, el tipo de resina no influyo en la calidad de los modelos.

Pereira et al. (2022) en Rio de Janeiro, Brasil realizaron un estudio con el objetivo principal de evaluar exactitud, precisión, costo y tiempo de preparación e impresión utilizando diferentes técnicas de manufactura de costo bajo en comparación con una impresión Polyjet. Para la ejecución del estudio se imprimieron modelos virtuales de ambas arcadas de cinco pacientes utilizando las siguientes impresoras: DLP Moonray, DLP Anycubic, DLP Moonray con resina Anycubic, impresora de filamento UpMini 2 y Polyjet Objet Eden500V. Para la evaluación de consistencia, se imprimió una arcada 4 veces consecutivas. Para la evaluación de la precisión se utilizó el software Geomagic 3D y mediante la superposición de modelos se obtuvieron los datos, también se utilizó un calibrador digital para obtener las mediciones lineales tomadas por un operador calibrado. Los resultados mostraron. Se obtuvo que todas las impresoras presentaron resultados similares, pero la Moonray con resina de otra marca mostró pérdida de precisión y Anycubic mostro dimensiones verticales inconsistentes. Adicionalmente se encontró un equilibrio de costo – beneficio entre las impresoras DLP usadas. Se concluye que la impresión Polyjet es rápida pero muy costosa, lo que sugiere que las tecnológicas DLP son buenas y obtuvieron resultados aceptables como para su empleo en clínicas dentales pequeñas.

Al-Qarni y Gad (2022) realizaron un estudio en Arabia Saudita con el objetivo de evaluar la precisión de impresión de resinas para la base de prótesis dentales en 3D y comparar la flexión en comparación con resinas convencionales polimerizadas al calor. Se confeccionaron 40 especímenes acrílicas con 4 materiales diferentes (3 resinas 3D y una resina

polimerizada convencional). Para medir la precisión se calculó la tasa de error de los especímenes impresos teniendo como referencia el diseño en computadora. Con una máquina de prueba universal, se evaluó la flexión y el módulo elástico. Para el análisis, se utilizó la prueba de varianza ANOVA de una sola vía y la prueba Kruskal-Wallis. Se encontró que la precisión entre los materiales estudiados tuvo diferencias estadísticas significantes. La longitud de la muestra tuvo un margen de error de 1,3% y el 2,4%; en el ancho, se presentó unos valores entre el 0,2% y 0,7%; mientras que en el espesor valores entre 0,2% y 0,6%. Los especímenes en tecnología de 3 dimensiones presentaron valores de modulo elástico y resistencia a la flexión inferiores a las resinas convencionales. Se concluyo que el material influye en la precisión de impresión y en menor grado, la resistencia a la flexión. Por otro lado, el estudio no pudo probar que los materiales influyeran en el módulo elástico.

Johansson et al. (2021) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la exactitud (precisión y veracidad) de las resinas 3D utilizadas para modelos y guías quirúrgicas con dos impresoras diferentes de luz digital (DLP). Se utilizaron las resinas de impresión de modelos E-dentstone[®] y NextDent[™] Model y las resinas para guías quirúrgicas E-shell[®] y NextDent[™] SG y dos diseños (A y B). Se fabricaron 5 modelos por cada diseño y cada material (n=5). Para comparar la veracidad se fijaron 26 parámetros del modelo maestro CAD y la precisión fue mediante la desviación estándar. La veracidad y la precisión resultaron mejores en los parámetros lineales que en los angulares. Se encontró mayor veracidad en los modelos B que A; y en los ejes X e Y una veracidad superior al eje Z. Se concluyo en el estudio que la precisión depende mucho del diseño del objeto y que en lineal esta suele tener sus mejores valores; mientras que, la veracidad para la resina de guías quirúrgicas NextDent[™] SG fue la mayor. La precisión fue clínicamente relevante y la veracidad fue aceptable y tolerada.

Emir y Ayyildiz (2021) realizaron un estudio con el propósito principal de evaluar la veracidad y precisión en modelos dentales de una arcada obtenidos por impresoras 3D con

diferentes técnicas de manufactura. Se utilizó un modelo mediante un programa y se tomaría como modelo referente, este mismo se procedió a imprimir 10 veces con impresoras de manufactura SLA, otros 10 modelos con DLP y otros últimos 10 modelos con tecnología Polyjet, haciendo una cantidad total de 30 muestras. Estos modelos posteriormente fueron escaneados y se evaluó su veracidad mediante la superposición con el software Geomagic control. Para determinar la precisión, en cada caso se superpusieron una mezcla de los 10 datos de cada grupo. La veracidad de los modelos tuvo unos resultados de $46,2\ \mu\text{m}$ para la manufactura DLP; $51,5\ \mu\text{m}$ para la SLA y $58,6\ \mu\text{m}$ para la Polyjet. Entonces se obtuvo que los modelos de tecnología DLP fueron significativamente más verídicos que los Polyjet ($p=0.005$); sin embargo, la tecnología Polyjet demostró ser más precisa que los modelos SLA y DLP. Se pudo concluir que las tecnologías de impresión 3D si evidencian diferencias significativas de precisión y veracidad en la medición de modelos; si bien se pudo definir que la DLP fue la más precisa, los otros modelos fueron aceptables y mantienen tolerancia clínica para las restauraciones fijas.

Arcas et al. (2021) realizaron una investigación en San Pablo, Brasil con el objetivo principal de comparar la veracidad y la precisión de modelos físicos elaborados por tecnología 3D y modelos de yeso obtenidos con impresión convencional (alginato o silicona). Para su metodología, fue impreso un troquel de arco completo con 10 modelos por grupo. En la evaluación de la precisión, se empleó un análisis de la variabilidad de la medición entre los modelos y una prueba de Levene para la comparación entre grupos. En la evaluación de la veracidad, se consideró un alfa de 5% y se midió la precisión de cada muestra en comparación con el original. Se obtuvo como resultado que, en la precisión de modelos, la mayor dispersión se evidenció en los modelos por método convencional; mientras que cuando se midió la veracidad, se encontró con pruebas de Kruskal-Wallis y Dunn que no existían diferencias significativas en ambos grupos en distancias anteroposteriores ($p > 0,05$), sin embargo, en

distancias transversales si existió menor veracidad en comparación con los modelos de método convencional. Ambos modelos presentaron una precisión dimensional aceptable y no se observaron diferencias significativas.

Montoya et al. (2021) desarrollaron un estudio con el propósito de evaluar la precisión y exactitud dimensional de distintas impresoras 3D empleadas en odontología. Dicha investigación se realizó en la Universidad CES, Medellín (Colombia) para el desarrollo del estudio, se elaboraron 60 modelos dentales a partir de un modelo maestro digital en formato STL, los cuales se imprimieron en cuatro impresoras 3D diferentes disponibles en el medio odontológico local. Posteriormente, los modelos fabricados fueron digitalizados mediante un escáner intraoral para generar nuevos archivos STL, que se analizaron y compararon con el archivo original a través de mediciones en puntos específicos, tanto en dimensiones horizontales como verticales. Los resultados mostraron que las mediciones horizontales presentaron mayor concordancia entre las impresoras, mientras que las mediciones verticales evidenciaron discrepancias significativas. En dos de las cuatro impresoras evaluadas se identificaron diferencias estadísticamente significativas respecto al modelo maestro, tanto en el eje X como en el eje Y. Se llegó a la conclusión que la precisión dimensional de los modelos impresos depende directamente de las características técnicas, calibración y rendimiento de cada impresora 3D, destacando la necesidad de establecer parámetros estandarizados de impresión y control de calidad dentro del flujo digital odontológico.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Analizar la veracidad dimensional entre modelos 3D impresos con resina 3D Pro Model (prototipado) y Portux 3D® Model de New Stetic S.A. (aplicación dental).

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la veracidad dimensional entre los modelos 3D impresos con resina 3D Pro Model (prototipado) y el modelo original CAD.
- Determinar la veracidad dimensional entre los modelos 3D impresos con resina 3D Portux 3D® Model de New Stetic S.A. (aplicación dental) y el modelo original CAD.
- Comparar la veracidad dimensional entre los modelos 3D impresos con la resina 3D Pro Model (prototipado) y Portux 3D® Model de New Stetic S.A. (aplicación dental).

1.4. Justificación

Esta investigación se fundamenta debido a la necesidad de evaluar la precisión de los modelos impresos en 3D, considerando que tipo de resina se utiliza para su impresión, ya que puede influir en la veracidad dimensional. Analizar la diferencia entre resinas de impresión nos permitirá generar evidencia científica útil para la práctica odontológica, de esa manera se va a optimizar la selección de materiales dentro del flujo digital y garantizar resultados clínicos más predecibles y seguros.

1.4.1. Justificación teórica

El presente trabajo busca incluir de manera más activa al odontólogo y al laboratorista al interés constante por conocer los materiales, equipos y características del flujo digital, que ha cumplido de manera imponente con la reducción del tiempo clínico y la mejora de los procesos para obtención de trabajos protésicos con altos estándares de calidad. Se permitirá detallar y reforzar los conceptos teóricos relacionados con la digitalización; así como, conocer los programas que han permitido este avance tecnológico en el campo odontológico.

1.4.2. Justificación práctica

El presente trabajo de investigación busca resaltar la importancia clínica y práctica de conocer las características de los materiales que usamos durante el empleo del flujo digital; así como, determinar si es real la información que brinda la casa comercial sobre un producto, del

cual debemos tener siempre en cuenta que busca cumplir la satisfacción del paciente y no generar daños en él. Adicionalmente, se pretende dilucidar la constante interrogante sobre la influencia de los monómeros de grado dental en la veracidad dimensional en los casos de obtención de modelos dentales, donde es muy poco probable el contacto con la cavidad bucal del paciente, y se podría optar por materiales no aptos para aplicación odontológica, pero con una reducción significativa de costos.

1.4.3. Justificación social

El presente estudio busca impactar en la sociedad, garantizando que los profesionales a cargo del flujo digital tengan conocimientos más actualizados y se involucren responsablemente en la elección de sus materiales empleados buscando cuidar la salud y garantizar la calidad de los tratamientos de sus pacientes.

1.5. Hipótesis

Existe diferencia en la veracidad dimensional entre modelos 3D impresos con resina de prototipado (3D Pro Model) y resina con monómeros acrílicos de aplicación dental (Portux 3D® Model de New Stetic S.A).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Flujo digital en odontología*

La presencia de la tecnología digital de prototipado en la práctica clínica del odontólogo cada día es más frecuente y se encuentra al alcance de todos (Mouriño, 2021).

La conceptualización se enfoca más como un método o enfoque de trabajo mediante el cual emplea la tecnología digital durante diferentes etapas o fases de un tratamiento odontológico, desde el momento del diagnóstico oportuno por un profesional en el campo dental, fabricación del plan de tratamiento ya sea por un odontólogo o técnico dental y la finalización de los procedimientos (Salles et al., 2024).

Según la Sociedad Española de Periodoncia y Oseointegración (SEPA) indica que la odontología digital pertenece a una rama de la odontología moderna que busca emplear tecnologías de punta en la digitación de imágenes y sistemas digitales que reproduzcan y construyan piezas dentarias, modelos o restauraciones (Mouriño, 2021).

Las palabras que más recurrentes suelen aparecer cuando se explican los flujos digitales son: “digitalización”, “procesamiento” y “stl”. El flujo digital es denominado por algunos autores como el digital workflow, y tiene fases claves.

2.1.1.1. Historia del flujo digital en odontología. El flujo de trabajo digital para la creación de prototipos (PR), lo que en años se ha conocido como la impresión 3D, se desarrolló por primera vez con Charles Hull por la mitad de los años 80, con la introducción de la impresión en tres dimensiones con la estereolitografía (SLA) en un sistema muy rudimental propio de la época, con el objetivo principal de replicar objetos con un programa de diseño asistido por un computador (CAD) por deposición de capas o redes de una resina especial (Tian et al., 2021).

En los 40 años de uso de este flujo de trabajo se han evolucionado a una escala grande y rápida; es así como la manufactura aditiva es actualmente usada en muchas áreas industriales, médicas y odontologías (Khorsandi et al., 2021).

2.1.1.2. Fases del flujo digital. Se caracterizan por tener 3 fases claras, las cuales son:

A. Obtención del archivo 3D. Existe una gran variedad de archivos tridimensionales en el campo odontológico el más frecuentes es el STL (Standard Triangulation Tessellation Language). Ese documento es consiste en un red o malla de triángulos que tienen diversos tamaños y se distribuyen en diferentes ubicaciones para replicar con la mejor precisión del objeto que se desea crear (Mouriño, 2021).

En esta etapa el uso de escáneres intraorales para “copiar” la boca del paciente y obtener el modelo es altamente necesaria; aunque también existe los escáneres que no ingresar a boca, es decir de laboratorio, que copia el modelo que fue confeccionado con el método tradicional por impresión de silicona, alginato y yeso (Ávila et al., 2025).

Las variables más comunes para considerar por el profesional involucrado en el flujo de trabajo digital para adquirir un escáner dental son: el costo, el tamaño, la velocidad, la flexibilidad del sistema, la adquisición de la licencia, precisión, soporte por parte de la casa comercial y facilidad.

Por otro lado, los principales beneficios que brindaron estos escáneres a la odontología son: reemplazar materiales que generaban incomodidades en el paciente (alginato, yeso, etc.), modelos de alta precisión y fáciles de almacenar, corrección de alteraciones y creación de archivos de manera rápida, reducción de costo y tiempos, marketing y simplificación de procesos.

B. Etapa CAD. Cuando el modelo ya se encuentra en el sistema de la computadora ya se inicia la etapa CAD. En esta etapa se decide si el proceso se hará con ayuda de un laboratorio o por el mismo profesional. En el caso de que se maneje con laboratorio dental, lo más

recomendable es que se apoye con imágenes para que el técnico dental. En esta etapa los programas permiten realizaran múltiples funciones como: mejorar los modelos o zocalados, selección de piezas dentarias, encerados de diagnósticos, diseños digitales de sonrisas, guías de posicionamientos, modelos troqueladas, provisionales o como simple herramienta diagnostico (Mouriño, 2021).

C. Etapa CAM. Es la tercera fase, es el paso previo a los procedimientos clínicos en donde se medirá lo realizado en la realidad. Es la etapa de manufactura que puede ser en algunos casos por adición o sustracción.

En la manufactura de sustracción, el objeto se obtiene de un material más grande el cual mediante el desgaste se le da forma y tamaño; la maquinaria utilizada en esos casos son las fresadoras. Estas tecnologías por lo general son más frecuentes en los laboratorios dentales. La manufactura de tipo sustractiva tiene como ventaja que se usan diferentes materiales como polimetilmetacrilato (PMMA), cerámica, metales, entre otros. Este tipo de fabricación es más costosa (Sousa et al., 2025).

Del otro lado, la manufactura aditiva es crear un objeto en capas incrementales y se realizan mediante impresoras 3D. Los dos grandes grupos son: las de filamentos y las de resinas.

Dentro de las impresoras de 3D, existen tres tipos y sus diferencias radican en la fuente luminosa: las SLA, las DLP y las LCD. Lo que tienen en similar es que usan una platina que baja hasta un recipiente (vat) con resina en estado líquido que se activa a la luz (Al-Qarni y Gad, 2022).

2.1.2. Impresión tridimensional

La impresión 3D son tecnologías de que se basan en sus principios de fabricación de modelos u objetos personalizados. En el caso de la impresión 3D aditiva es más empleada por su rapidez; y tiene diferentes tecnologías como la estereolitografía (SLA), la mediata por proyecciones de fuentes luminosas (DLP), la tecnología de reflexión de la luz o Liquid Crystal

Display (LCD), entre otras que suelen ser más costosas o tomar mayor tiempo en trabajos odontológicos (Alshamrani et al., 2022; Khorsandi et al., 2021).

2.1.3. Resinas tridimensionales

Las resinas 3D en odontología han dado un giro muy amplio a la manera en la que se planifican los casos clínicos e incluso a la forma en la que estos son ejecutados en beneficio de los pacientes. Estas resinas se usan principalmente para permitir la obtención de modelos de diagnóstico y situaciones clínica más complejas como férulas miorrelajantes, guías quirúrgicas, coronas, incrustaciones, prótesis dentales y restauraciones temporales (Dawood et al., 2015).

Las resinas para impresión tridimensional se encuentran en estado líquido y se endurece a su exposición a la luz ultravioleta, esta creada para adaptarse, dependiendo de la marca, a diferentes impresoras si tienen un sistema abierto y a las tecnologías SLA, LCD y DLP (González y García, 2023).

Las resinas son fotosensibles por sus componentes de la matriz y son capaces de construir un objeto en estado sólido a un alto nivel de detalle y replicando texturas. Al ser una tecnología simple que ahorra costo y tiempos se ha utilizado en diferentes campos como el rubro odontológico, la joyería, el calzado, creación de muñecos de colección, y entre otros prototipos (Sulaiman, 2020).

Por lo que, es importante comprender, que pese a la amplia variedad de resinas 3D no todas fueron creadas con fines odontológicos, cuidando el grado de toxicidad y buscando óptimos resultados para aplicaciones clínicas.

Las resinas requieren parámetros que son medidas de configuración que permiten que, al hacer uso de ellas, la precisión y veracidad de las mezclas sean lo más óptimo. Existen sistemas de impresión que trabajan de manera única con resinas patentadas para sus marcas y ello se denomina un circuito cerrado del sistema de impresión. Los costos de los productos de sistemas cerrados son más altos, pero tienen una garantía de la casa comercial; mientras que,

en los sistemas abiertos, se busca resinas 3D que se adapten mejor a los requerimientos odontológicos y que los procesos de curado y lavado sean simples.

Por ello en el mercado odontológico, se encuentra resinas 3D con monómeros dentales y certificadas para uso exclusivo dental, y resinas 3D de prototipado que se usan para modelos dentales, pero no se pueden tener en contacto con tejidos del paciente por su alta toxicidad. En relación con el precio, la variación entre ellas también es muy considerable, lo que obliga a que, en su gran mayoría, el odontólogo opte por emplear las resinas 3D de prototipado.

2.1.3.1. 3D Pro Model. es un material fotopolimerizable utilizado en la impresión tridimensional para la elaboración de modelos dentales de estudio y piezas de prototipado. Está diseñada para uso extraoral, siendo ideal en la confección de modelos diagnósticos y estructuras de laboratorio donde se requiere alta definición de detalles y estabilidad dimensional, para polimerizar se utiliza luz ultravioleta con una longitud de onda aproximada de 405 nm, lo que permite su compatibilidad con impresoras de tecnología LCD y DLP. Posee una viscosidad media, lo que facilita el flujo del material durante la impresión y un curado homogéneo posterior, asegurando una superficie lisa y sin irregularidades.

2.1.3.2. Portux 3D® Model de New Stetic S.A. Es una resina específica para la creación de modelos dentales. En su composición tiene monómeros acrílicos que están certificados para aplicación odontológica. Es un material configurado para replicar con la mayor precisión posible estructuras dentales y anatómicas. Actualmente, en su presentación comercializada en el Perú se tiene en color hueso y cumple con características como una baja contracción en casos más complejos, excelente estabilidad por su alta calidad en aditivos, viscosidad baja de 450 cP y compatibilidad con impresoras de sistema LCD/DLP abiertas que tengan 385 a 405 nm.

2.1.4. Veracidad dimensional

La veracidad dimensional, es definido como el grado de concordancia entre las dimensiones del objeto impreso y las dimensiones originales del modelo de referencia, generalmente un archivo CAD en formato STL. Es decir, representa qué tan fiel es la réplica física al diseño virtual original (Zhang et al., 2019; ISO 12836:2015).

En odontología digital, la veracidad dimensional adquiere gran relevancia, ya que una mínima alteración en las dimensiones puede afectar de manera negativa a la adaptación de estructuras protésicas, guías quirúrgicas o modelos de diagnóstico, comprometiendo el éxito clínico. A diferencia de la precisión, que evalúa la repetibilidad entre múltiples impresiones, la veracidad evalúa la exactitud respecto al diseño ideal (Johansson et al., 2021).

Diversos estudios han demostrado que factores como el tipo de resina, la tecnología de impresión (SLA, DLP, LCD), el espesor de capa, la orientación de impresión y el proceso de post-curado pueden influir significativamente en la veracidad dimensional (Emir y Ayyildiz, 2021; Al-Qarni y Gad, 2022). Es por ello que su análisis resulta fundamental al momento de seleccionar materiales en flujos digitales odontológicos, sobre todo cuando se pretende equilibrar costos con resultados clínicamente aceptables.

2.1.4.1. Métodos para determinar la veracidad dimensional. La evaluación de la veracidad dimensional se puede realizar mediante diferentes técnicas que permiten comparar directamente las medidas físicas del objeto impreso con las dimensiones del modelo digital original (CAD). En estudios previos, se han utilizado herramientas como escáneres 3D y software de superposición (Geomagic Control) para análisis tridimensional completo, así como instrumentos de medición lineal directa como micrómetros digitales y calibradores (Emir y Ayyildiz, 2021; Arcas et al., 2021).

En el presente estudio, se empleó un método lineal directo de medición con el uso de un micrómetro digital externo de alta precisión (Insize IP54) y un calibrador digital pie de rey

(Mitutoyo CD-8" ASX) Estos instrumentos permiten registrar con alta fidelidad las dimensiones del modelo impreso, y dichos valores se comparan con el modelo de referencia CAD, diseñado con medidas estandarizadas ($65 \times 10 \times 3.3 \text{ mm}^3$).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

El trabajo de investigación fue de tipo comparativo, experimental de laboratorio, prospectivo y transversal.

3.2. Ámbito temporal y espacial

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio del grupo de investigación de Química Cuántica y Nuevos Materiales para innovación tecnológica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos donde cuentan con la impresora 3D que se requirió y esta se encuentra debidamente calibrada por la institución. Adicionalmente, se envió al laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C (HTL) el cual cuenta con certificación, estando ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho en Lima, Perú donde se realizaron las mediciones de los modelos impresos y se obtuvieron los datos. El trabajo se ejecutó durante el primer semestre del 2026.

3.3. Variables

- Resinas 3D para modelos.
- Veracidad dimensional.

3.3.1. Operacionalización de variables

<i>Variable</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Escala</i>	<i>Valor</i>
Independiente: Resinas 3D para modelos	Materiales en estado líquido fotosensibles que se utilizan las impresoras 3D para replicar objetos tridimensionales mediante la solidificación de capas.	Información impartida por la casa comercial de los productos de resinas 3D para modelos	Nominal / politómica	-Grupo control (archivo STL original. -Resina 3D de prototipado (RP) para modelos -Resina 3D para modelos con monómeros acrílicos de uso dental. (RD)
Dependiente: Veracidad Dimensional	Capacidad de un objeto tridimensional de coincidir en las dimensiones con su diseño original (CAD)	Micrómetro y Pie de Rey	Razón / Continua	0-x μm

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población estuvo conformada por bloques de resinas 3D para modelos de prototipado (3D Pro Model) y resinas 3D para modelos con monómeros acrílicos de aplicación dental (Portux 3D® Model de New Stetic S.A.).

3.4.2. Muestra

Muestreo. Aleatorio por conveniencia

Unidad de análisis. Un bloque impreso por resinas 3D con $65 \times 10 \times 3.3 \text{ mm}^3$. Según la Organización Internacional de Normalización (ISO/FDIS 1567).

Tamaño muestral. Para determinar el tamaño de la muestra se realizó una prueba piloto con 5 muestras por cada grupo, de la siguiente manera:

Grupo control (GC): Modelo origina creada en diseño virtual CAD con un programa abierto (Meshmixer) con las dimensiones de $65 \times 10 \times 3.3 \text{ mm}^3$. El diseño se encontraba en formato STL.

Grupo RP: 5 modelos impresos con resina de prototipado 3D Pro Model en base al archivo STL original.

Grupo RD: 5 modelos impresos con resina con monómeros dentales Portux 3D Model en base al archivo STL original.

Estas muestras se evaluar para el cálculo de la muestra en el programa STATA y se obtuvo como resultados que el mínimo de muestras por grupo debía ser 4; sin embargo, para poder tener mayor validez en los resultados se emplearán un total de 15 muestras por grupo de estudio lo que hará una muestra total de 30 modelos impresos en base al modelo origina CAD en el formato STL.

3.4.3. Criterios de selección

3.4.3.1. Criterios de inclusión. Los criterios que se usaron para incluir las muestras en el estudio fueron los siguientes:

- Bloques impresos en resina 3D para modelos.
- Bloques impresos en base al archivo original en formato de STL.
- Bloques impresos en una impresora correctamente parametrizada según la resina a usar.
- Bloques impresos que pasaron por lavado y curado post-impresión.
- Bloques impresos que no tuvieron huecos o irregularidades en su consistencia.

3.4.3.2. Criterios de exclusión. Los criterios que se usaron para no incluir las muestras en el estudio serán los siguientes:

- Bloques impresos con resinas 3D casteables, para guías quirúrgicas, restauraciones temporales o cualquier otra que no sea para modelos.
- Bloques impresos que no siguen como referencia al archivo original en formato de STL.
- Bloques impresos en impresoras no parametrizadas según la resina de uso.
- Bloques impresos que no pasaron por etapas de curada y lavado post-impresión.
- Bloques impresos con huecos o deformidades evidentes en su consistencia.

3.5. Instrumentos

- Técnica: Observación.
- Impresora Phrozen Sonic Mighty 8k.
- Micrómetro digital externo 0-50 mm 0,001 mm, IP54– Insize modelo 3540-50.
- Calibrador Digital Pie de Rey 0-200mm 0.01mm; Mitutoyo modelo CD-8” ASX.
- Fichas de recolección de datos.

3.6. Procedimientos

Para la ejecución del estudio se solicitó una carta de presentación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal para poder apersonarse al laboratorio del grupo de investigación de Química Cuántica y Nuevos Materiales para innovación tecnológica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. En donde contaban con una impresora Phrozen Sonic Mighty 8K con 2 años de antigüedad y con intensidad de luz apta y calibrada para el tipo de estudio que se desea realizar.

Con el apoyo de un técnico especializado en diseño de digital para modelos de uso odontológicos, se diseñó el modelo CAD en el software de diseño 3D MESHMIXER, el cual mantenía la forma de un bloque rectangular con las medidas estandarizadas en la ISO/FDIS 1567, las cuales fueron $65 \times 10 \times 3.3\text{mm}^3$. Una vez obtenido el diseño CAD, se procedió con la adquisición comercial de la resina de prototipado 3D Pro Model en el importador Odonto 3D Perú y la resina con monómeros dentales Portux 3D Model en el importador A. Tarrillo Barba.

Con el archivo STL cargado en una memoria USB 3.2. de marca Kingston, y se inició la parametrización de la resina PORTUX 3D MODEL con los parámetros brindados por la marca New Stetic en su página web (ANEXO F).

También se solicitó una carta de presentación para poder hacer uso de las instalaciones y del instrumento de medición en el laboratorio certificado para ensayos médicos HTL.

En un software de diseño (CAD) 3D MESHMIXER se creó un bloque con las siguientes medidas $65 \times 10 \times 3.3\text{mm}^3$ (ISO 1567:2000), y se tuvo en un formato de STL. Luego se parametrizó con las indicaciones de la casa comercial a la impresora Phrozen Sonic Mighty 8k con los datos de la resina de prototipado. Se procedió a importar el archivo e iniciar la impresión. Después de obtener las muestras se procedió con el lavado de las muestras en una cuba

ultrasónica con alcohol isopropílico industrial a 90° por un periodo de 5 minutos. Luego, se realizó el curado en una cámara postcurado por 8 minutos a la exposición de luz ultravioleta.

Todas las muestras fueron colocadas en envases estériles en agua destilada por un periodo de 48 horas a temperatura ambiente.

Luego de ese periodo de 2 días, las muestras se llevaron al laboratorio para ser medidas con el Micrómetro digital IP54– Insize 3540-50 y el Pie de rey Mitutoyo modelo CD-8” ASX. Todas las mediciones fueron realizadas por una sola persona y tres veces. Luego se calculó el valor promedio de las medidas y se colocaron en las fichas de recolección de datos.

3.7. Análisis de datos

El trabajo empleó hojas de tabulación en el programa de Microsoft Excel 2024 y para el análisis estadístico de la veracidad dimensional se empleó el programa estadístico SPSS versión 24.2. Cada grupo de resinas se sometió a las pruebas de normalidad y homogeneidad de la distribución en Shapiro-Wilk. Para el análisis inferencial, se utilizó la prueba T- Student para comparar las medias en las tres dimensiones (largo, alto y ancho) entre los dos grupos muestras y en comparación con las medidas del modelo CAD.

3.8. Consideraciones éticas

Se solicitó el permiso al Comité de ética de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal el cual fue aprobado y no presentó observación alguna. Así mismo, se respetó la autoría de los conceptos con una correcta citación en APA de la bibliografía.

IV. RESULTADOS

En el presente estudio se emplearon un total de 30 muestras de bloques impresos en base a un documento STL modelo con medidas estandarizadas con 65 x10 x 3.3mm³. Teniendo en cuenta que el objetivo generar de la investigación fue analizar la veracidad dimensional entre modelos 3D impresos con resina 3D Pro Model (prototipado) y Portux 3D® Model de New Stetic S.A. (aplicación dental); es así como, se encontraron los siguientes resultados:

Tabla 1

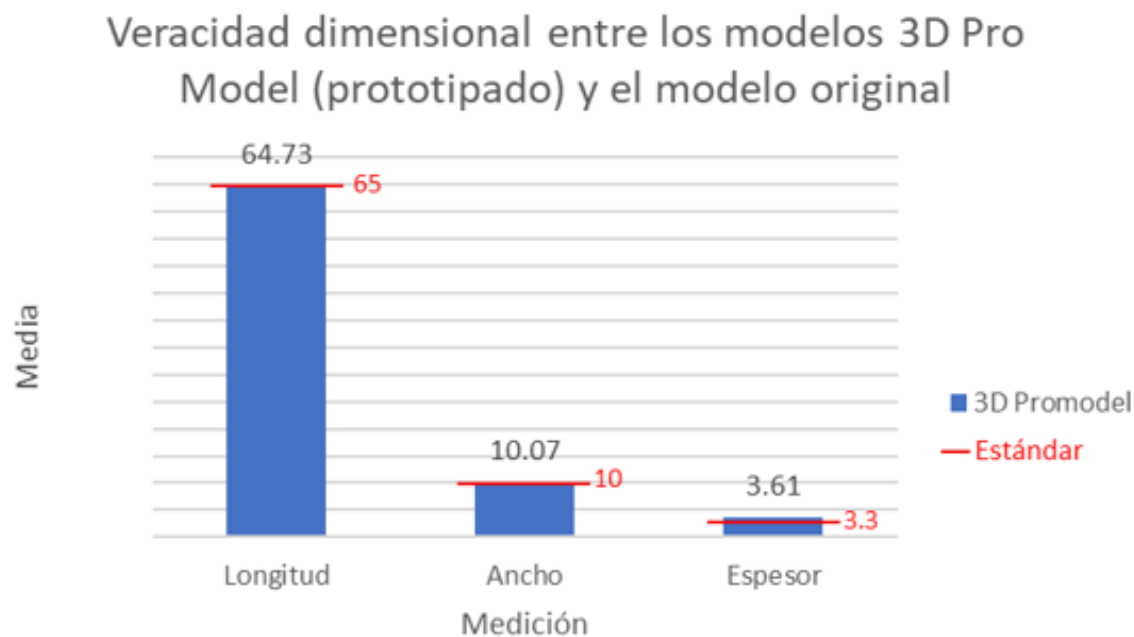
Análisis de la veracidad dimensional entre los modelos impresos con la resina de prototipado y el modelo original

3D Pro Model					
Grupo	N	Media	DE	t	p*
Longitud	15	64.73	0.03	-38.24	<0.001
Ancho	15	10.07	0.01	20.92	<0.001
Espesor	15	3.61	0.02	77.68	<0.001

Nota. En la Tabla 1. Se evidencias las medidas de longitud, ancho y espesor de las 15 muestras de modelos impresos con la resina de prototipado 3D Pro Model; las cuales son 64.73 mm, 10.07 mm y 3.61 mm respectivamente. Al compararlo con la dimensión estándar se encontró que las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$).

Figura 1

Veracidad dimensional entre los modelos impresos con resina de prototipado y el modelo original

**Tabla 2**

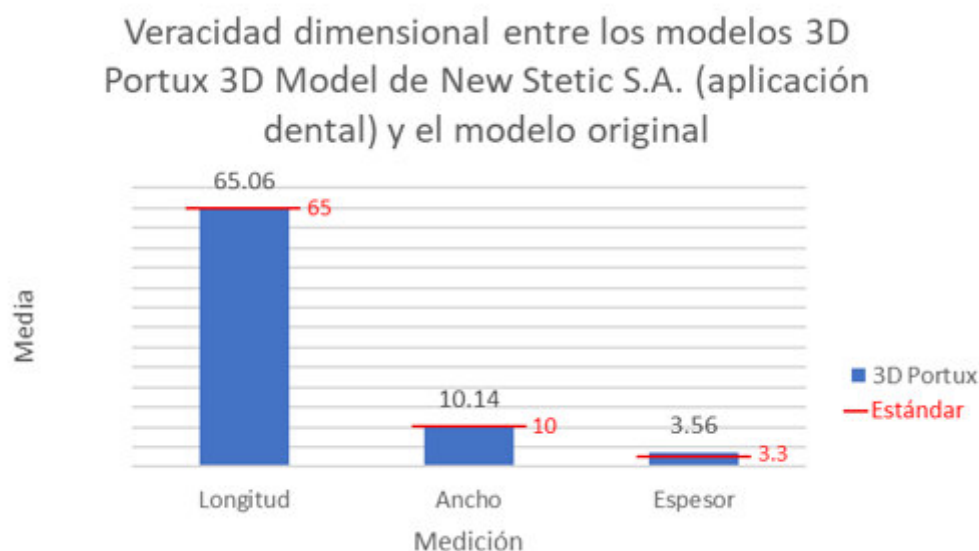
Análisis de la veracidad dimensional entre los modelos impresos con la resina de aplicación dental y el modelo original

Portux 3D - Model					
Grupo	N	Media	DE	t	p*
Longitud	15	65.06	0.02	14.44	<0.001
Ancho	15	10.14	0.02	26.63	<0.001
Espesor	15	3.56	0.02	40.85	<0.001

Nota. En la Tabla 2. Se analizó la longitud, ancho y espesor de las 15 muestras de modelos impresos con la resina Portux 3D Model y se encontró una media de 65.06 mm, 10.14 mm y 3.56 mm respectivamente. Al compararlo con la dimensión estándar se encontró que las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$).

Figura 2

Veracidad dimensional entre los modelos impresos con resina de aplicación dental y el modelo original

**Tabla 3**

Comparación y análisis de la veracidad dimensional entre los modelos impresos con resina de prototipado y de aplicación dental

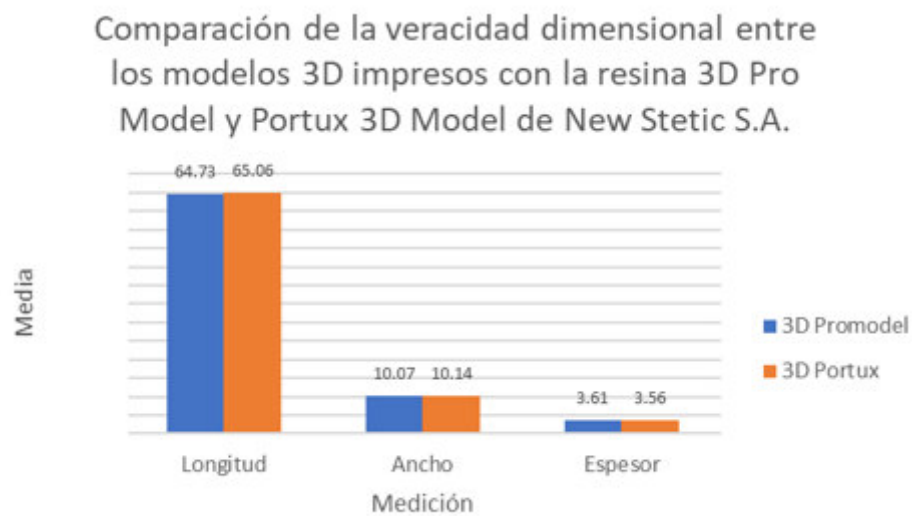
Grupo	3D Promodel				3D Portux		t	p*
	N	Media	DE	N	Media	DE		
Longitud	15	64.73	0.03	15	65.06	0.02	-40.43	<0.001
Ancho	15	10.07	0.01	15	10.14	0.02	-11.72	<0.001
Espesor	15	3.61	0.02	15	3.56	0.02	6.52	<0.001

Nota. En la Tabla 3. Se realiza el cuadro comparativo de las mediciones de los modelos 3D impresos con ambas resinas. Se observaron medias más altas con el modelo 3D Portux Model al medir la longitud y ancho; siendo 65.06 mm y 10.14 mm respectivamente. Sin embargo, respecto al espesor se observó que fue ligeramente mayor con el 3D Pro Model siendo 3.61 mm. Se logra evidenciar también, que las variaciones obtenidas en los modelos impresos con

Portux 3D Model son ligeramente más estables que las variaciones de los modelos impresos con la resina 3D Pro Model con respecto al modelo CAD original. Además, se observó que las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$).

Figura 3

Comparación de la veracidad dimensional entre los modelos impresos con resina de prototipado y resina de aplicación dental



V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las resinas de impresión 3D empleadas en odontología han evolucionado y se han ido especializando según los requerimientos y especificaciones de cada caso clínico; generando incluso, que se tuvieran líneas diferentes según especialidad odontológica para incrementar los beneficios rehabilitadores y terapéuticos en los pacientes. Dentro de los usos más frecuentes y de los primeros en realizarse con estos materiales de impresión 3D, son la obtención de modelos diagnósticos e incluso de simulación de resultados clínicos finales. Adicionalmente, se han empleado para otros tratamientos estomatológicos de alta necesidad como para férulas miorrelajantes, guías quirúrgicas para colocación de implantes dentales con mayor precisión; y con mayor énfasis, en tratamientos rehabilitadores, como carrillas, coronas, incrustaciones, y prótesis dentales (Dawood et al., 2015).

Sin embargo, en el mercado de materiales odontológicos, se ofrecen diferentes opciones como son las resinas de impresión 3D de prototipado, las cuales son un material líquido fotosensible para fabricar objetos como piezas mecánicas, modelos de un objeto original, carcasas, maquetas, entre otras cosas; mientras que las resinas de impresión 3D con monómeros dentales, son exclusivas para uso odontológico y garantizan mediante sus certificaciones la menor probabilidad de toxicidad para los pacientes y para los responsables de su manipulación.

Es por ello, que la presente investigación tuvo como objetivo principal analizar la veracidad dimensional entre modelos 3D impresos con resina 3D Pro Model de prototipado y Portux 3D® Model de New Stetic S.A. con monómeros de uso dental. El diseño de investigación fue de tipo comparativo, experimental de laboratorio, prospectivo y transversal; se analizó una muestra total de 30 modelos impresos subdivididos en dos grupos de estudio y teniendo como grupo control el archivo STL con el modelo CAD original.

En los resultados de la investigación se encontraron que en la comparación de la veracidad dimensional entre el modelo CAD original en archivo STL con medidas

estandarizadas con $65 \times 10 \times 3.3\text{mm}^3$ y los modelos impresos con la resina de prototipado 3D Pro Model, encontrándose como medidas medias de los 15 modelos de muestra, de 64.73 mm de largo, de 10.07 mm de ancho y 3.61 mm de espesor, lo que significa que presento diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) en las tres dimensiones a considerar. Las desviaciones estándares con referencia al modelo referencial fueron de - 0.03 mm para las mediciones de longitud; de + 0.01 mm para las mediciones de ancho y de + 0.02 mm para las mediciones de espesor.

Por otro lado, en el análisis de la veracidad dimensional entre el modelo CAD original en archivo STL con medidas estandarizadas con $65 \times 10 \times 3.3\text{mm}^3$ y los modelos impresos con la resina con monómeros dentales Portux 3D Model, se encontraron como medidas medias en los 15 especímenes, de 65.06 mm de largo, de 10.14 mm de ancho y 3.56 mm de espesor, lo que igual significa diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) en las tres dimensiones a considerar. Las desviaciones estándares con referencia al modelo referencial fueron de +0.02 mm en las tres mediciones.

Al realizar la comparación, se logró evidenciar que las variaciones obtenidas en los modelos impresos con Portux 3D Model son ligeramente más estables que las variaciones de los modelos impresos con la resina 3D Pro Model con respecto al modelo CAD original. Además, se observó que las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$). Ello permite indicar que pese a que ambas resinas presentan variaciones estadísticamente significativas ($p < 0.001$) con respecto al modelo CAD original; la resina Portux 3D Model presenta mayor estabilidad en las medidas y su diferencia es significativamente menor que las variaciones presentadas en la resina 3D Pro Model.

Si bien la tecnología 3D en el ámbito odontológico ha traído consigo una reducción de los tiempos de trabajo clínico-laboratorial y una simplificación sustancial de los tratamientos dentales; presenta como problemática frecuente la capacidad de replicar en exactitud las

dimensiones de lo escaneado y/o creado en un sistema CAD ya sea por errores propios del operador o por la habilidad del material de replicar con alta veracidad y precisión dimensional. Adicional a ello, otro inconveniente que la literatura menciona es la garantía del empleo de biomateriales con monómeros aptos para el uso odontológico, los cuales certifican una buena biocompatibilidad y reducen el riesgo de citotoxicidad (Filgueiras et al., 2018; Sulaiman, 2020; Alshamrani y Ellakwa, 2022).

Según la investigación de Duarte et al. (2025), el tipo de resina 3D empleado e incluso el equipo de impresión utilizado influyen de manera significativa en las discrepancias de área en los modelos impresos entre sí. Por esa razón en el presente estudio, se emplearon dos grupos de resinas, pero los modelos fueron impresos en una misma impresora en la cual solo se cambió la parametrización de ella siguiendo las indicaciones de la casa comercial de cada resina. Asimismo, los autores de la investigación en mención evidenciaron que en la resina con monómeros dentales las discrepancias en el área de los modelos impresos replicados fueron menores; estos resultados coinciden con los encontrados en nuestra investigación, ya que, si bien en ambas resinas se encontraron diferencias estadísticas en la veracidad dimensional con respecto al modelo CAD de referencia, la alteración fue mayor en los modelos impresos de las resinas de prototipado. Cabe resaltar, que las diferencias entre la resina de monómeros dentales y la de prototipado si son estadísticamente significativas.

Con respecto a la investigación de Al-Qarni y Gad (2022), se evaluó la precisión de impresión de resinas para la base de prótesis dentales en 3D en comparación con resinas convencionales polimerizadas al calor para lo cual se confeccionaron 40 especímenes acrílicos con 4 materiales diferentes (3 resinas 3D y una resina polimerizada convencional). Se logro evidenciar que la precisión entre los materiales estudiados tuvo diferencias estadísticas significantes. La longitud de la muestra tuvo un margen de error de 1,3% y el 2,4%; en el ancho, se presentó unos valores entre el 0,2% y 0,7%; mientras que en el espesor valores entre 0,2%

y 0,6%. Estos valores difieren de los encontrados en nuestro estudio en las resinas de prototipado, donde el margen de error promedio de la muestra en la longitud oscilo entre 0.8% y 0.4%; en el ancho oscilo entre 5% a 9% y en el espesor oscilo entre 7,4% y 10,3%. Sin embargo, ambos estudios concluyeron que si existe variaciones en las réplicas de especímenes y variaciones incluso entre materiales impresor en un mismo equipo.

En investigaciones como la realizada por Johansson et al. (2021), evaluaron la exactitud (precisión y veracidad) de las resinas 3D utilizadas para modelos y guías quirúrgicas con dos impresoras diferentes de luz digital (DLP). Se utilizaron las resinas de impresión de modelos E-dentstone[®] y NextDent[™] Model y las resinas para guías quirúrgicas E-shell[®] y NextDent[™] SG y dos diseños (A y B). Se tuvo como resultados que la veracidad y la precisión resultaron mejores en los parámetros lineales que en los angulares; razón por la cual, se obtuvo valores similares de veracidad en resinas de guías quirúrgicas que en resinas de modelos; y que incluso la veracidad dimensional es mejor en diseños lineales, siendo así en ambos tipos de resinas 3D una veracidad aceptable y tolerada al igual que en el estudio de Emir y Ayyildiz (2021) donde se evaluó la veracidad de las resinas 3D para restauraciones fijas. Estos resultados difieren ampliamente de estudios como el nuestro, donde la variación de la veracidad dimensional es significativa en comparación con el modelo de referencia e incluso entre las resinas estudiadas.

Es importante señalar, que estudios como los de Johansson et al. (2021), evidencian que esta investigación presento limitaciones como el no realizar la misma evaluación en modelos con angulaciones donde la dificultad es mayor para el material de resina 3D de replicar y que son importantes de analizar debido a las características propias de los modelos dentales, donde la gran mayoría de zonas a replicar presentan curvas y ángulos.

Investigaciones *in vitro* como las de Arcas et al. (2021) y Montoya et al. (2021) en donde se compara la veracidad y precisión de modelos físicos elaborados por tecnológica 3D en comparación con los modelos de yeso y se evidencio que en ambos grupos se muestran

diferencias significativas con relación al modelo original en el sector anterior; más en el posterior si se evidencio una mejor veracidad en los materiales de resina 3D que en los modelos convencionales. Esto nos demuestra que la presente investigación, tuvo como limitación evaluar el comportamiento no en bloques si no en modelos dentales y realizar el análisis por sectores anteriores y posteriores para comprender mejor la variación de la veracidad dimensional en una aplicación clínica real; por lo que se debe tener en cuenta ello en estudios futuros como recomendaciones.

La presente investigación, pese a las limitaciones ya mencionadas, presento aportes clínicos importantes para comprender la relevancia de emplear resinas 3D especializadas para el ámbito odontológico, sobre todo en situaciones clínicas donde se requiera mayor veracidad y precisión en los modelos; sin embargo, también permite evidenciar que para usos que no precise una alta exposición al material por parte del operador y/o paciente y que no requiere buenos valores de precisión dimensional, se pueden emplear resinas de prototipado como una opción con mejor relación costo-beneficio.

VI. CONCLUSIONES

6.1. Se concluyó que la veracidad dimensional de los modelos impresos con la resina de aplicación dental Portux 3D® de la marca New Stetic S.A. es estadísticamente significativa ($p<0.001$) y más establece que los modelos impresos con la resina de prototipado 3D Pro Model.

6.2. Los modelos impresos con la resina de prototipado 3D Pro Model presentaron como dimensiones promedio: 64.73 mm de largo, 10.07 mm de ancho y 3.61 mm de espesor; concluyendo que existe una diferencia estadísticamente significativa en la veracidad dimensional de dichos modelos con respecto al modelo CAD original en formato STL.

6.3. Los modelos impresos con la resina de aplicación dental Portux 3D® de la marca New Stetic S.A. presentaron como dimensiones promedio: 65.06 mm de largo, de 10.14 mm de ancho y 3.56 mm de espesor 64.73 mm de largo, 10.07 mm de ancho y 3.61 mm de espesor; concluyendo que existe una diferencia estadísticamente significativa en la veracidad dimensional de dichos modelos con respecto al modelo CAD original en formato STL.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Se recomienda realizar más investigaciones similares a la presente, mejorando algunas limitaciones que presento esta investigación; tales como, el evaluar en modelos dentales reales para simular de mejor manera la práctica clínica en la que estos materiales de resina 3D son empleados.

7.2. Se recomienda estudiar la veracidad dimensional no solo en modelos lineales como los bloques de este estudio, si no en formas que presente angulaciones para evidenciar la capacidad de estabilidad de la veracidad dimensional de estos materiales 3D.

7.3. El empleo de las resinas 3D, ya sea las de prototipado o las de aplicación dental, debe ser bajo un protocolo claro y específico que imparta el fabricante y respetando la parametrización que este mismo refiera según el tipo de impresora 3D que se use.

7.4. Se recomienda analizar la veracidad dimensional no solo teniendo como factor a los tipos de resinas 3D sino a los protocolos de curado y los equipos de impresión 3D variados que existen actualmente para el uso odontológico.

VIII. REFERENCIAS

- Al-Qarni, F. D., y Gad, M. M. (2022). Printing accuracy and flexural properties of different 3D-printed denture base resins. *Materials*, 15(7), 2410.
- Alshamrani, A. A., Raju, R., y Ellakwa, A. (2022). Effect of Printing Layer Thickness and Postprinting Conditions on the Flexural Strength and Hardness of a 3D-Printed Resin. *BioMed Research International*, 3(26), 1-9. <https://doi.org/10.1155/2022/8353137>
- Arcas, L. P. B., Tribst, J. P. M., Baroudi, K., Amaral, M., y Vitti, R. P. (2021). Dimensional accuracy comparison of physical models generated by digital impression/3D-printing or analog impression/plaster methods. *International journal of odontostomatology*, 15(3), 562-568.
- Ávila, S., García, R., y Portelles, N. (2025). El flujo digital en las especialidades en la odontología. *Contacto Científico*, 5(1), 38-49.
- Dawood, A., Marti, B. M., Sauret-Jackson, V., y Dawood, A. (2015). 3D printing in dentistry. *British Dental Journal*, 219(11), 521- 529. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.914>
- Duarte, D. M., Coimbra, W. H. M., Massola Filho, F. F., Martins, C. M., Júnior, S. M., y de Carvalho, G. A. P. (2025). Accuracy of different resins used 3D printing of dental models: in vitro study. *Revista CPAQV-Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida*, 17(1), 11-11.
- Emir, F., y Ayyildiz, S. (2021). Accuracy evaluation of complete-arch models manufactured by three different 3D printing technologies: a three-dimensional analysis. *Journal of prosthodontic research*, 65(3), 365-370.
- Filgueiras, A., Pinto, D. G., Ferrarez, L. L., Oliveira, M. F. D., Freitas, T. A. D. C., y Sotto-Maior, B. S. (2018). Aplicabilidade clínica dos avanços da tecnologia CAD-CAM em Odontologia. *HU rev*, 44(1), 29-34.

- González-Sosa, J. V., y García-Carranco, S. M. (2023). Analysis of variance in additive manufacturing with 3D printing. *Dyna*, 90(227), 167-175.
- Heredia Huánuco, K. A. (2024). *Efecto del grosor de la capa de impresión en la resistencia a la flexión y la microdureza de una resina dental 3D* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/8800>
- Hernández, J. R. (2023). Una revisión de la impresión 3D en odontología: tecnologías, factores que afectan y aplicaciones. *Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros*, 125(787), 3.
- International Organization for Standardization. (2015) *ISO 12836: 2015. Dentistry — Digitizing devices for CAD/CAM systems for indirect dental restorations— Test methods for assessing accuracy*. <https://www.iso.org/standard/68414.html>
- Johansson, C., Dibes, J., Rodriguez, L. E. L., y Papia, E. (2021). Accuracy of 3D printed polymers intended for models and surgical guides printed with two different 3D printers. *Dental materials journal*, 40(2), 339-347.
- Khorsandi, D., Fahimipour, A., Abasian, P., Saber, S. S., Seyedi, M., Ghanavati, S., Makvandi, P. (2021). 3D and 4D printing in dentistry and maxillofacial surgery: Printing techniques, materials, and applications. *Acta Biomaterialia*, 122, 26-49. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2020.12.044>
- Molina Moreno, A. A., Campuzano, N. X. A., Andrade Cruz, M. A., & Loja Loja, J. S. (2024). Uso de la impresión 3D en la odontología. *Revista Juventud y Ciencia Solidaria*, 9(26), 26–29.
- Montoya Vargas, M., Jiménez Restrepo, J. D., Muñoz Zapata, S., & Naranjo Pizano, M. (2021). *Exactitud de impresoras 3D en la impresión de modelos dentales: Estudio transversal*

- [Tesis de pregrado, Universidad CES]. Repositorio Institucional CES.
<https://repository.ces.edu.co/items/26a07aad-c842-4c57-9673-4c163b5e15ba>
- Mouriño, G. (2021). Odontología digital en la clínica diaria. *Rev. Ateneo Argent. Odontol*, 49-57.
- Ortiz Silva, P. C. (2023). Convergencia entre estudios de diseño, tecnologías de fabricación digital y el diseño de soluciones personalizadas para la salud. *Actas de Diseño*, 18(43), 225.
- Pereira, A. B. N., Almeida, R. C., Marassi, C., Quintão, C. C. A., y Carvalho, F. D. A. R. (2022). Do low-cost 3-dimensional printers produce suitable dental models?. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 161(6), 858-865.
- Palaszkó, D., Németh, A., Török, G., Vecsei, B., Vánkos, B., Dinya, E., Borbély, J., Marada, G., Hermann, P., & Kispélyi, B. (2024). Trueness of five different 3D printing systems including budget- and professional-grade printers: An in vitro study. *Revista Heliyon*, 10, e26874. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26874>
- Resende, C. C. D., Barbosa, T. A. Q., Moura, G. F., Rizzante, F. A. P., Mendonça, G., Zancopé, K., y Das Neves, F. D. (2023). Cost and effectiveness of 3-dimensionally printed model using three different printing layer parameters and two resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 129(2), 350-353.
- Revilla-León, M., Meyers, M. J., Zandinejad, A., y Özcan, M. (2019). A review on chemical composition, mechanical properties, and manufacturing workflow of additively manufactured current polymers for interim dental restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(1), 51-57.
- Salles, P., Real, A., Aguilera, V., y Oyonarte, R. (2024). Análisis de la variación dimensional de modelos 3D obtenidos con dos impresoras de resina. *International journal of interdisciplinary dentistry*, 17(3), 134-137.

- Sousa, G. R., de Mesquita, V. T., y Junior, A. D. F. C. (2025). Avanços na reabilitação oral com prótese total utilizando tecnologia digital CAD-CAM. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 25, e18019-e18019.
- Sulaiman, T. A. (2020). Materials in digital dentistry—A review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 32(2), 171–181. <https://doi.org/10.1111/jerd.12566>
- Tian, Y., Chen, C. X., Xu, X., Wang, J., Hou, X., Li, K., Lu, X., Shi, H., Lee, E. S., Jiang, H. B. (2021). A Review of 3D Printing in Dentistry: Technologies, Affecting Factors, and Applications. *Scanning*, 2-19. <https://doi.org/10.1155/2021/9950131>
- Zhang, Z. C., Li, P. L., Chu, F. T., y Shen, G. (2019). Influence of the three-dimensional printing technique and printing layer thickness on model accuracy. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopadie*, 80(4), 194.

IX. ANEXOS

9.1. Anexo A

9.1.1. Matriz de consistencia

Título: Análisis de la veracidad dimensional entre modelos 3D impresos con resina de prototipado y resina con monómeros acrílicos de aplicación dental.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
¿Cuál es la diferente de la veracidad dimensional entre modelos 3D impresos con resina de prototipado y resina con monómeros acrílicos de aplicación dental?	<u>Objetivo General</u> Analizar la veracidad dimensional entre modelos 3D impresos con resina 3D Pro Model (prototipado) y Portux 3D® Model de New Stetic S.A. (aplicación dental).	Existe una diferencia estadísticamente significativa en la veracidad dimensional entre modelos 3D impresos con resina de prototipado (3D Pro Model) y resina con monómeros acrílicos de aplicación dental (Portux 3D® Model de New Stetic S.A.).	<u>Variable dependiente</u> Veracidad dimensional	Estudio experimental, comparativo, prospectivo y transversal. Ámbito tiempo – espacio: Facultad de Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y HTL laboratorio en el primer semestre 2026.
	<u>Objetivos Específicos</u> •Determinar la veracidad dimensional entre los modelos 3D impresos con resina 3D Pro Model (prototipado) y el modelo original CAD. •Determinar la veracidad dimensional entre los modelos 3D impresos con resina 3D Portux 3D® Model de New Stetic S.A. (aplicación dental) y el modelo original CAD. •Comparar la veracidad dimensional entre los modelos 3D impresos con la resina 3D Pro Model (prototipado) y Portux 3D® Model de New Stetic S.A. (aplicación dental).		<u>Variable independiente:</u> Resinas 3D para modelos	Instrumentos: Micrómetro digital externo 0-50 mm 0,001 mm Sin Salida de Datos y Protección IP54– Insize modelo 3540-50 y Calibrador digital Pie de rey 0-200mm 0,01mm – Mitutoyo CD – 8 “ ASX. Muestra: 30 especímenes, divididas en 15 muestras por grupo de estudio. Análisis de datos: Microsoft Excel SPSS statistics Prueba Shapiro-Wilk y Prueba T-Student

Elaboración propia.

9.2. Anexo B

9.2.1. Ficha de recolección de datos para la resina de prototipado

RESINA DE MODELOS 3D PRO MODEL (PROTOTIPADO)												
N° Muestra	Medición N°1			Medición N°2			Medición N°3			Promedio		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

Elaboración propia

9.3. Anexo C

9.3.1. Ficha de recolección de datos para resina de aplicación dental

RESINA 3D PARA MODELOS CON MONÓMEROS ACRÍLICOS DE APLICACIÓN DENTAL (PORTUX 3D® MODEL DE NEW STETIC S.A.)												
N° Muestra	Medición N°1			Medición N°2			Medición N°3			Promedio		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

Elaboración propia

9.4. Anexo D

9.4.1. Características de los instrumentos de medición

UNIDAD BAJO PRUEBA:	MICRÓMETRO DE PROFUNDIDAD
Marca:	INSIZE
Modelo:	3540-50
Código de fábrica:	IML-012
Serie:	101036121
Alcance de indicación:	0 mm a 50 mm
División de escala:	0,001 mm
Tipo de indicación:	Digital
Procedencia:	No Indica

UNIDAD BAJO PRUEBA	: PIE DE REY
Marca	: MITUTOYO
Modelo	: CD-8" ASX
Cód. fábrica	: 500-197-30
Número de serie	: B23082834
Cód. de identificación	: No Indica
Ubicación	: No indica
Alcance Indic.	: 0 mm a 200 mm; 0 in a 8 in
Resolución	: 0,01 mm; 0,0005 in
Tipo de Indicación	: Digital
Procedencia	: Japón

9.5. Anexo E

9.5.1. Cálculo de muestra en prueba piloto

Performing iteration ...

Estimated sample sizes for a two-sample means test

Satterthwaite's t test assuming unequal variances

Ho: $m_2 = m_1$ versus Ha: $m_2 \neq m_1$

Study parameters:

alpha = 0.0500

power = 0.8000

delta = -0.0910

m1 = 0.2940

m2 = 0.2030

sd1 = 0.1040

sd2 = 0.0630

Estimated sample sizes:

N = 8

N per group = 4

9.6. Anexo F

9.6.1. Carta de aprobación del comité de ética



Universidad Nacional
Federico Villarreal

**Facultad de
Odontología**



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

N°224-07-2025

Los miembros del Comité de Ética de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal integrado por la Mg. Carmen Rosa García Rupaya en calidad de Presidenta, Dr. Daniel Augusto Alvitez Temoche en calidad de miembro y Mg. Nimia Peltroche Adrianzen en calidad de miembro, se reunieron virtualmente para evaluar a solicitud del Director de la Unidad de Investigación, Innovación y Emprendimiento, el Proyecto de Investigación:

Título: "ANÁLISIS DE LA VERACIDAD DIMENSIONAL ENTRE MODELOS 3D IMPRESOS CON RESINA DE PROTOTIPADO Y RESINA CON MONÓMEROS ACRÍLICOS DE APLICACIÓN DENTAL."

Investigador: Bachiller LOPEZ RAMÍREZ WALTER GABRIEL

Código de inscripción: 224-07-2025

Proyecto de investigación: versión última de fecha 23 de julio de 2025

Luego de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el proyecto presentado por el bachiller Walter López, y de acuerdo al Reglamento del Comité de Ética de la Universidad Nacional Federico Villarreal (Resolución R.N° 6437-2019-UNFV) se concluye en el siguiente calificativo: **Favorable con Aprobación**

La aprobación considera el cumplimiento de los estándares de la Facultad y de la Universidad, los lineamientos científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio y la capacitación del equipo de investigación. En el caso de participación de seres humanos la confidencialidad de los datos y el ejercicio de la autonomía mediante la aplicación del consentimiento informado.

Los miembros del Comité de Ética suscribimos el presente documento:

Lima, 18 de agosto de 2025



Mg. Carmen Rosa García Rupaya
Presidenta
Comité de Ética en Investigación



Mg. Nimia Peltroche Adrianzen
Miembro
Comité de Ética en Investigación



Dr. Daniel Alvitez Temoche
Miembro
Comité de Ética en Investigación

Calle San Marcos N°351-Pueblo Libre

9.7. Anexo G

9.7.1. Carta de presentación para el laboratorio de impresión tridimensional



Universidad Nacional
Federico Villarreal

FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 17 de diciembre de 2025

Dr.
ALDO JAVIER GUZMAN DUXTAN
RESPONSABLE GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE QUIMICA CUANTICA Y NUEVOS
MATERIALES PARA LA INNOVACION TECNOLOGICA
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE FISICOQUIMICA
FACULTAD DE QUIMICA E ING. QUIMICA
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Presente.-

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle al Bachiller en Odontología, Sr. Walter Gabriel López Ramírez, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

«ANÁLISIS DE LA VERACIDAD DIMENSIONAL ENTRE MODELOS 3D
IMPRESOS CON RESINA DE PROTOTIPADO Y RESINA CON MONÓMEROS
ACRÍLICOS DE APLICACIÓN DENTAL»

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso al Sr. López quien realizará el siguiente trabajo:

- ✓ Realizar las impresiones 3D con dos tipos de resinas de impresión para la obtención de 20 muestras.

Estas actividades, le permitirán al bachiller, desarrollar su trabajo de investigación.

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

Atentamente



Se adjunta: Plan de Tesis - folios (40)

124-2025
NT: 085908- 2025
JEMM/Luz V.



Calle San Marcos N° 351 - Pueblo Libre -
Correo electrónico: ogt.fo@unfv.edu.pe

Telef.: 7480888 - 8335

9.8. Anexo H

9.8.1. Carta de presentación para el laboratorio de medición



Universidad Nacional
Federico Villarreal

FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 6 de noviembre de 2025

ING.
ROBERT EUSEBIO TEHERAN
JEFE DE LABORATORIO
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
Presente.-

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle al Bachiller en Odontología, Sr. Walter Gabriel Lopez Ramirez, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«ANÁLISIS DE LA VERACIDAD DIMENSIONAL ENTRE MODELOS 3D
IMPRESOS CON RESINA DE PROTOTIPADO Y RESINA CON MONÓMEROS
ACRÍLICOS DE APLICACIÓN DENTAL»**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso al Sr. Lopez quien realizará el siguiente trabajo:

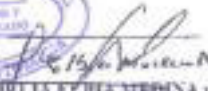
- ✓ *Analizará mediciones de los bloques impresos con resina 3D mediante el uso de micrómetro y pie de rey digital, 10 muestras por cada resina de impresión, siendo un total de 20 muestras.*

Estas actividades, le permitirán al bachiller, desarrollar su trabajo de investigación.

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

Atentamente


DR. FRANCO RAÚL MAURICIO VALENTÍN
DECANO


Mg. JULIA CECILIA MEDINA y MENDOZA
JEFE
OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Se adjunta: Plan de Tesis - folios (40)

106-2025

NT: 001689 - 2025

JEMM/Luz V.


HIGH TECHNOLOGY LABORATORY
CERTIFICATE S.A.C.
ROBERT EUSEBIO TEHERAN
JEFE DE LABORATORIO

9.9. Anexo I

9.9.1. Imágenes de ejecución del proyecto

Fig 1. Colocación de los bloques diseñados en la bandeja para la impresión

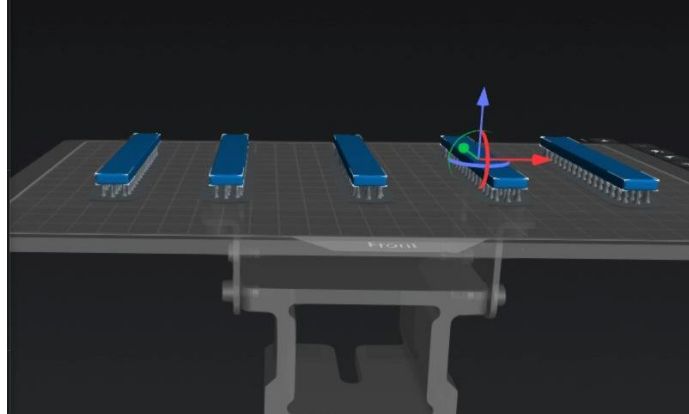


Fig 2. Calibración de la impresora



Fig 3. Resina de prototipado 3D Pro Model



Fig 4. Resina de aplicación dental Portux 3D Model de la casa comercial New Stetic S.A.



Fig 5. Impresora empleada para la investigación



Fig 6. Proceso de impresión de muestras



Fig 7. Retiro de bandeja con los modelos impresos



Fig 8. Camara de curado y lavado de los bloques impresos



Fig 9. Medición de los bloques impresos



9.10. Anexo J

9.10.1. Parámetros de la resina de prototipado en la impresora

Configuración	Maquina	Resina	Imprimir	Avanzado
3d pro model * 1	Altura capa:	0.050 mm		
3d pro model * 1 * 1	Total capas inferiores:	6		
ABS-like Resin - Gray / White -50um	Exposure Time:	3.600 s		
Aqua Resin - Clear -50um	Bottom Exposure Time:	45.000 s		
Aqua Resin - Gray-8K -50um	Recuento de capas de transición:	6		
Aqua Resin - Green / Blue / Gray-4k / Ivory-4K -50um	Tipo de Transición	Lineal		
Beige Low-Irritation Resin -50um	Diferencia de tiempo de intervalo de capa de t...	5.914 s		
Beige-Basic Resin -50um	Modo de espera durante la impresión:	Tiempo de descanso		
Beige-Flex Resin -50um	Tiempo de descanso antes del ascender:	0.000 s		
Castable Resin - Dental Green -50um	Tiempo de descanso después del ascender:	0.000 s		
Castable Resin - Violet -50um	Tiempo de descanso después de retirarse:	0.500 s		

9.11. Anexo K

9.11.1. Parámetros de la resina de aplicación dental en la impresora

Configuración	Maquina	Resina	Imprimir	Avanzado
PORTUX 3D	Altura capa:	0.050 mm		
Protowhite Rigid -50um	Total capas inferiores:	6		
Rock-Black Stiff Resin -50um	Exposure Time:	6.000 s		
SC-801 Clear Resin -50um	Bottom Exposure Time:	55.000 s		
Speed Resin -150um	Recuento de capas de transición:	6		
TR250 High Temp Resin - Deep Gray -50um	Tipo de Transición	Lineal		
TR250LV High Temp Resin - Gray -50um	Diferencia de tiempo de intervalo de capa de t...	7.000 s		
TR300 Ultra-High Temp Resin -50um	Modo de espera durante la impresión:	Tiempo de descanso		
Water-Washable Resin - Dental Model -50um	Tiempo de descanso antes del ascender:	0.500 s		
Water-Washable Resin - Model Gray -50um	Tiempo de descanso después del ascender:	0.000 s		
Water-Washable Resin - Rapid Black -50um	Tiempo de descanso después de retirarse:	2.000 s		

9.12. Anexo L

9.12.1. Ficha de resultados obtenidos por el laboratorio de medición



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-029-2026		Revisión N° 01		Fecha de emisión:		09-02-2026	
ENSAYO DIMENSIONAL EN RESINAS									
1. DATOS DEL SOLICITANTE									
Nombre de tesis		"ANÁLISIS DE LA VERACIDAD DIMENSIONAL ENTRE MODELOS 3D IMPRESOS CON RESINA DE PROTOTIPADO Y RESINA CON MONÓMEROS ACRÍlicos DE APLICACIÓN DENTAL"							
Nombres y Apellidos		López Ramírez Walter Gabriel							
D.N.I.		73182528							
Dirección		Jr. Caraz 853 Urb. Mercurio - LOS OLIVOS							
2. EQUIPOS UTILIZADOS									
Instrumento		Marca	Aproximación	Calibración		Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos únicamente para las muestras ensayadas.			
Vernier Digital		Mitutoyo - 200 mm	0.01mm	LCL-006-2025					
Micrómetro de exteriores		Insize	0.001 mm	CLU-401-2024					
3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA									
Muestras de materiales de impresión		Cantidad	Veinte (20) 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	Modelas 3D impresos:						
		Grupo 1	Resina de modelos 3D (3D PRO MODEL - PROTOTIPATO)						
		Grupo 2	Resina 3D para modelos con monómeros acrílicos de aplicación dental (PORTUX 3D® MODEL DE NEW STETIC S.A.)						
*Información proporcionada por el solicitante.									
4. DATOS DE ENSAYO									
Fecha de Recepción de muestras		09 de Febrero del 2026					Las muestras son sometidas a ensayo en el estado en que son recepcionadas y los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de calidad de la entidad que lo produce.		
Analista asignado		RET							
Condiciones de la muestra		---							
Fecha de Ensayo		09 de Febrero del 2026							
Lugar de Ensayo		HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. Jr. Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.							
5. CONDICIONES DE ENSAYO									
	Inicial	Final							
Temperatura	27.1 °C	27.2 °C							
Humedad Relativa	65.0 %HR	59.0 %HR							
6. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO									
El ensayo se realizó bajo la siguiente Norma:									
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN					CAPITULO/NUMERAL			
Según requerimiento	- Se realizó la medición directa de las muestras rectangulares - Las dimensiones estándares fue brindada el solicitante.					---			

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602

ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe

www.ensayoshtl.pe



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 2 de 2

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-029-2026	Revisión N° 01	Fecha de emisión:	09-02-2026																																																																																																																																																																																
7. RESULTADOS DE ENSAYOS																																																																																																																																																																																				
<table border="1"> <tr> <th rowspan="3">Muestra</th> <th colspan="3">Dimensión estándar</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Medición</th> </tr> <tr> <th>Longitud (mm)</th> <th>Ancho (mm)</th> <th>Espesor (mm)</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>65</td> <td>10</td> <td>3.3</td> </tr> </table>					Muestra	Dimensión estándar			Medición			Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	1	65	10	3.3																																																																																																																																																																		
Muestra	Dimensión estándar																																																																																																																																																																																			
	Medición																																																																																																																																																																																			
	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)																																																																																																																																																																																	
1	65	10	3.3																																																																																																																																																																																	
Grupo 1: 3D PRO MODEL - PROTOTIPATO <table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>Longitud (mm)</th> <th>Longitud (mm)</th> <th>Longitud (mm)</th> <th>Promedio (mm)</th> <th>Variación %</th> <th>Ancho (mm)</th> <th>Ancho (mm)</th> <th>Ancho (mm)</th> <th>Promedio (mm)</th> <th>Variación %</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Promedio (mm)</th> <th>Variación %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>64.74</td><td>64.73</td><td>64.73</td><td>64.73</td><td>0.410</td><td>10.051</td><td>10.056</td><td>10.085</td><td>10.064</td><td>-0.640</td><td>3.618</td><td>3.644</td><td>3.625</td><td>3.629</td><td>-9.970</td></tr> <tr><td>2</td><td>64.77</td><td>64.78</td><td>64.75</td><td>64.77</td><td>0.359</td><td>10.044</td><td>10.072</td><td>10.092</td><td>10.069</td><td>-0.693</td><td>3.638</td><td>3.586</td><td>3.594</td><td>3.606</td><td>-9.273</td></tr> <tr><td>3</td><td>64.71</td><td>64.76</td><td>64.73</td><td>64.73</td><td>0.410</td><td>10.078</td><td>10.063</td><td>10.050</td><td>10.064</td><td>-0.637</td><td>3.619</td><td>3.628</td><td>3.624</td><td>3.624</td><td>-9.808</td></tr> <tr><td>4</td><td>64.75</td><td>64.79</td><td>64.77</td><td>64.77</td><td>0.354</td><td>10.082</td><td>10.082</td><td>10.062</td><td>10.075</td><td>-0.753</td><td>3.607</td><td>3.588</td><td>3.600</td><td>3.598</td><td>-9.040</td></tr> <tr><td>5</td><td>64.75</td><td>64.74</td><td>64.75</td><td>64.75</td><td>0.390</td><td>10.042</td><td>10.082</td><td>10.084</td><td>10.069</td><td>-0.693</td><td>3.620</td><td>3.617</td><td>3.612</td><td>3.616</td><td>-9.586</td></tr> <tr><td>6</td><td>64.73</td><td>64.77</td><td>64.75</td><td>64.75</td><td>0.385</td><td>10.083</td><td>10.085</td><td>10.039</td><td>10.069</td><td>-0.690</td><td>3.606</td><td>3.688</td><td>3.611</td><td>3.635</td><td>-10.152</td></tr> <tr><td>7</td><td>64.70</td><td>64.73</td><td>64.73</td><td>64.72</td><td>0.431</td><td>10.050</td><td>10.067</td><td>10.088</td><td>10.068</td><td>-0.683</td><td>3.625</td><td>3.620</td><td>3.629</td><td>3.625</td><td>-9.838</td></tr> <tr><td>8</td><td>64.69</td><td>64.70</td><td>64.69</td><td>64.69</td><td>0.472</td><td>10.042</td><td>10.051</td><td>10.072</td><td>10.055</td><td>-0.550</td><td>3.618</td><td>3.633</td><td>3.621</td><td>3.624</td><td>-9.818</td></tr> <tr><td>9</td><td>64.73</td><td>64.71</td><td>64.73</td><td>64.72</td><td>0.426</td><td>10.098</td><td>10.094</td><td>10.055</td><td>10.082</td><td>-0.823</td><td>3.595</td><td>3.621</td><td>3.594</td><td>3.603</td><td>-9.192</td></tr> <tr><td>10</td><td>64.78</td><td>64.80</td><td>64.78</td><td>64.79</td><td>0.328</td><td>10.067</td><td>10.091</td><td>10.100</td><td>10.086</td><td>-0.860</td><td>3.642</td><td>3.630</td><td>3.622</td><td>3.631</td><td>-10.040</td></tr> </tbody> </table>					Muestra	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Promedio (mm)	Variación %	Ancho (mm)	Ancho (mm)	Ancho (mm)	Promedio (mm)	Variación %	Espesor (mm)	Espesor (mm)	Espesor (mm)	Promedio (mm)	Variación %	1	64.74	64.73	64.73	64.73	0.410	10.051	10.056	10.085	10.064	-0.640	3.618	3.644	3.625	3.629	-9.970	2	64.77	64.78	64.75	64.77	0.359	10.044	10.072	10.092	10.069	-0.693	3.638	3.586	3.594	3.606	-9.273	3	64.71	64.76	64.73	64.73	0.410	10.078	10.063	10.050	10.064	-0.637	3.619	3.628	3.624	3.624	-9.808	4	64.75	64.79	64.77	64.77	0.354	10.082	10.082	10.062	10.075	-0.753	3.607	3.588	3.600	3.598	-9.040	5	64.75	64.74	64.75	64.75	0.390	10.042	10.082	10.084	10.069	-0.693	3.620	3.617	3.612	3.616	-9.586	6	64.73	64.77	64.75	64.75	0.385	10.083	10.085	10.039	10.069	-0.690	3.606	3.688	3.611	3.635	-10.152	7	64.70	64.73	64.73	64.72	0.431	10.050	10.067	10.088	10.068	-0.683	3.625	3.620	3.629	3.625	-9.838	8	64.69	64.70	64.69	64.69	0.472	10.042	10.051	10.072	10.055	-0.550	3.618	3.633	3.621	3.624	-9.818	9	64.73	64.71	64.73	64.72	0.426	10.098	10.094	10.055	10.082	-0.823	3.595	3.621	3.594	3.603	-9.192	10	64.78	64.80	64.78	64.79	0.328	10.067	10.091	10.100	10.086	-0.860	3.642	3.630	3.622	3.631	-10.040
Muestra	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Promedio (mm)	Variación %	Ancho (mm)	Ancho (mm)	Ancho (mm)	Promedio (mm)	Variación %	Espesor (mm)	Espesor (mm)	Espesor (mm)	Promedio (mm)	Variación %																																																																																																																																																																					
1	64.74	64.73	64.73	64.73	0.410	10.051	10.056	10.085	10.064	-0.640	3.618	3.644	3.625	3.629	-9.970																																																																																																																																																																					
2	64.77	64.78	64.75	64.77	0.359	10.044	10.072	10.092	10.069	-0.693	3.638	3.586	3.594	3.606	-9.273																																																																																																																																																																					
3	64.71	64.76	64.73	64.73	0.410	10.078	10.063	10.050	10.064	-0.637	3.619	3.628	3.624	3.624	-9.808																																																																																																																																																																					
4	64.75	64.79	64.77	64.77	0.354	10.082	10.082	10.062	10.075	-0.753	3.607	3.588	3.600	3.598	-9.040																																																																																																																																																																					
5	64.75	64.74	64.75	64.75	0.390	10.042	10.082	10.084	10.069	-0.693	3.620	3.617	3.612	3.616	-9.586																																																																																																																																																																					
6	64.73	64.77	64.75	64.75	0.385	10.083	10.085	10.039	10.069	-0.690	3.606	3.688	3.611	3.635	-10.152																																																																																																																																																																					
7	64.70	64.73	64.73	64.72	0.431	10.050	10.067	10.088	10.068	-0.683	3.625	3.620	3.629	3.625	-9.838																																																																																																																																																																					
8	64.69	64.70	64.69	64.69	0.472	10.042	10.051	10.072	10.055	-0.550	3.618	3.633	3.621	3.624	-9.818																																																																																																																																																																					
9	64.73	64.71	64.73	64.72	0.426	10.098	10.094	10.055	10.082	-0.823	3.595	3.621	3.594	3.603	-9.192																																																																																																																																																																					
10	64.78	64.80	64.78	64.79	0.328	10.067	10.091	10.100	10.086	-0.860	3.642	3.630	3.622	3.631	-10.040																																																																																																																																																																					
Grupo 2: PORTUX 3D® MODEL DE NEW STETIC S.A. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>Longitud (mm)</th> <th>Longitud (mm)</th> <th>Longitud (mm)</th> <th>Promedio (mm)</th> <th>Variación %</th> <th>Ancho (mm)</th> <th>Ancho (mm)</th> <th>Ancho (mm)</th> <th>Promedio (mm)</th> <th>Variación %</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Promedio (mm)</th> <th>Variación %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>65.07</td><td>65.10</td><td>65.06</td><td>65.08</td><td>-0.118</td><td>10.133</td><td>10.145</td><td>10.161</td><td>10.146</td><td>-1.463</td><td>3.605</td><td>3.648</td><td>3.561</td><td>3.605</td><td>-9.232</td></tr> <tr><td>2</td><td>65.04</td><td>65.06</td><td>65.07</td><td>65.07</td><td>-0.101</td><td>10.114</td><td>10.145</td><td>10.157</td><td>10.139</td><td>-1.387</td><td>3.573</td><td>3.536</td><td>3.581</td><td>3.564</td><td>-8.000</td></tr> <tr><td>3</td><td>65.05</td><td>65.09</td><td>65.08</td><td>65.07</td><td>-0.113</td><td>10.114</td><td>10.143</td><td>10.166</td><td>10.141</td><td>-1.410</td><td>3.569</td><td>3.568</td><td>3.563</td><td>3.567</td><td>-8.081</td></tr> <tr><td>4</td><td>65.05</td><td>65.08</td><td>65.04</td><td>65.06</td><td>-0.087</td><td>10.117</td><td>10.147</td><td>10.172</td><td>10.145</td><td>-1.453</td><td>3.562</td><td>3.554</td><td>3.558</td><td>3.558</td><td>-7.818</td></tr> <tr><td>5</td><td>65.05</td><td>65.10</td><td>65.05</td><td>65.07</td><td>-0.103</td><td>10.156</td><td>10.157</td><td>10.118</td><td>10.144</td><td>-1.437</td><td>3.547</td><td>3.549</td><td>3.545</td><td>3.547</td><td>-7.485</td></tr> <tr><td>6</td><td>65.05</td><td>65.09</td><td>65.04</td><td>65.06</td><td>-0.092</td><td>10.175</td><td>10.190</td><td>10.122</td><td>10.162</td><td>-1.623</td><td>3.572</td><td>3.533</td><td>3.549</td><td>3.551</td><td>-7.616</td></tr> <tr><td>7</td><td>65.08</td><td>65.08</td><td>65.06</td><td>65.07</td><td>-0.113</td><td>10.182</td><td>10.178</td><td>10.132</td><td>10.164</td><td>-1.640</td><td>3.559</td><td>3.557</td><td>3.551</td><td>3.556</td><td>-7.747</td></tr> <tr><td>8</td><td>65.07</td><td>65.01</td><td>65.10</td><td>65.06</td><td>-0.092</td><td>10.177</td><td>10.159</td><td>10.140</td><td>10.159</td><td>-1.587</td><td>3.556</td><td>3.557</td><td>3.555</td><td>3.556</td><td>-7.758</td></tr> <tr><td>9</td><td>65.07</td><td>65.06</td><td>65.04</td><td>65.06</td><td>-0.087</td><td>10.165</td><td>10.144</td><td>10.101</td><td>10.137</td><td>-1.367</td><td>3.564</td><td>3.553</td><td>3.561</td><td>3.559</td><td>-7.859</td></tr> <tr><td>10</td><td>65.03</td><td>65.08</td><td>65.04</td><td>65.05</td><td>-0.077</td><td>10.158</td><td>10.157</td><td>10.111</td><td>10.142</td><td>-1.420</td><td>3.578</td><td>3.554</td><td>3.558</td><td>3.563</td><td>-7.980</td></tr> </tbody> </table>					Muestra	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Promedio (mm)	Variación %	Ancho (mm)	Ancho (mm)	Ancho (mm)	Promedio (mm)	Variación %	Espesor (mm)	Espesor (mm)	Espesor (mm)	Promedio (mm)	Variación %	1	65.07	65.10	65.06	65.08	-0.118	10.133	10.145	10.161	10.146	-1.463	3.605	3.648	3.561	3.605	-9.232	2	65.04	65.06	65.07	65.07	-0.101	10.114	10.145	10.157	10.139	-1.387	3.573	3.536	3.581	3.564	-8.000	3	65.05	65.09	65.08	65.07	-0.113	10.114	10.143	10.166	10.141	-1.410	3.569	3.568	3.563	3.567	-8.081	4	65.05	65.08	65.04	65.06	-0.087	10.117	10.147	10.172	10.145	-1.453	3.562	3.554	3.558	3.558	-7.818	5	65.05	65.10	65.05	65.07	-0.103	10.156	10.157	10.118	10.144	-1.437	3.547	3.549	3.545	3.547	-7.485	6	65.05	65.09	65.04	65.06	-0.092	10.175	10.190	10.122	10.162	-1.623	3.572	3.533	3.549	3.551	-7.616	7	65.08	65.08	65.06	65.07	-0.113	10.182	10.178	10.132	10.164	-1.640	3.559	3.557	3.551	3.556	-7.747	8	65.07	65.01	65.10	65.06	-0.092	10.177	10.159	10.140	10.159	-1.587	3.556	3.557	3.555	3.556	-7.758	9	65.07	65.06	65.04	65.06	-0.087	10.165	10.144	10.101	10.137	-1.367	3.564	3.553	3.561	3.559	-7.859	10	65.03	65.08	65.04	65.05	-0.077	10.158	10.157	10.111	10.142	-1.420	3.578	3.554	3.558	3.563	-7.980
Muestra	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Promedio (mm)	Variación %	Ancho (mm)	Ancho (mm)	Ancho (mm)	Promedio (mm)	Variación %	Espesor (mm)	Espesor (mm)	Espesor (mm)	Promedio (mm)	Variación %																																																																																																																																																																					
1	65.07	65.10	65.06	65.08	-0.118	10.133	10.145	10.161	10.146	-1.463	3.605	3.648	3.561	3.605	-9.232																																																																																																																																																																					
2	65.04	65.06	65.07	65.07	-0.101	10.114	10.145	10.157	10.139	-1.387	3.573	3.536	3.581	3.564	-8.000																																																																																																																																																																					
3	65.05	65.09	65.08	65.07	-0.113	10.114	10.143	10.166	10.141	-1.410	3.569	3.568	3.563	3.567	-8.081																																																																																																																																																																					
4	65.05	65.08	65.04	65.06	-0.087	10.117	10.147	10.172	10.145	-1.453	3.562	3.554	3.558	3.558	-7.818																																																																																																																																																																					
5	65.05	65.10	65.05	65.07	-0.103	10.156	10.157	10.118	10.144	-1.437	3.547	3.549	3.545	3.547	-7.485																																																																																																																																																																					
6	65.05	65.09	65.04	65.06	-0.092	10.175	10.190	10.122	10.162	-1.623	3.572	3.533	3.549	3.551	-7.616																																																																																																																																																																					
7	65.08	65.08	65.06	65.07	-0.113	10.182	10.178	10.132	10.164	-1.640	3.559	3.557	3.551	3.556	-7.747																																																																																																																																																																					
8	65.07	65.01	65.10	65.06	-0.092	10.177	10.159	10.140	10.159	-1.587	3.556	3.557	3.555	3.556	-7.758																																																																																																																																																																					
9	65.07	65.06	65.04	65.06	-0.087	10.165	10.144	10.101	10.137	-1.367	3.564	3.553	3.561	3.559	-7.859																																																																																																																																																																					
10	65.03	65.08	65.04	65.05	-0.077	10.158	10.157	10.111	10.142	-1.420	3.578	3.554	3.558	3.563	-7.980																																																																																																																																																																					
  ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio  HTL HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo. FIN DEL DOCUMENTO																																																																																																																																																																																				

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602

ventas@ensayoshti.pe // ingenieria@ensayoshti.pe

www.ensayoshti.pe