UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA | Facultad de ESTOMATOLOGÍA

COMPARACIÓN DE LA EXACTITUD EN LA TRANSFERENCIA DE IMPLANTES MÚLTIPLES CON POLIVINILSILOXANO Y ESCANEO DIGITAL UTILIZANDO UN ELEMENTO AUXILIAR EN EDÉNTULOS TOTALES - ESTUDIO IN VITRO

COMPARISON OF THE ACCURACY OF MULTIPLE IMPLANT TRANSFER USING POLYVINYL SILOXANE AND INTRAORAL SCANNING WITH AN AUXILIARY DEVICE IN COMPLETELY EDENTULOUS PATIENTS: AN IN VITRO STUDY

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN REHABILITACIÓN ORAL

AUTORA

LIZ KARINA ALTAMIRANO CONDORI

ASESOR

OTTO PAUL LOECHLE VERDE

CO-ASESOR

ALEXIS EVANGELISTA ALVA

LIMA- PERÚ

2026

JURADO

Presidente: MG. ESP. CD. JOSE ANTONIO BALAREZO RAZZETO

Vocal: MG. ESP. CD. MARTIN GILBERTO QUINTANA DEL SOLAR

Secretario: MG. ESP. CD. CARLOS ALBERTO PAZ MAYURI

Fecha de Sustentación: 21 de octubre del 2026

Calificación: Aprobado con Honores

ASESORES DE TESIS

ASESOR

MG. ESP. CD. OTTO PAUL LOECHLE VERDE

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

ORCID: 0009-0006-9181-8319

CO-ASESOR

MG. CD. ALEXIS EVANGELISTA ALVA

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

ORCID: 0000-0002-5904-8637

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para alcanzar esta meta.

A mi familia, por su amor, confianza y apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional. A quienes me acompañaron en este camino y me motivaron a seguir adelante. Este logro representa la culminación de una etapa importante de mi vida y el cumplimiento de una de mis metas más significativas.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi sincero agradecimiento a mi asesor de tesis por su orientación y acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, agradezco a los doctores y profesionales que, con su tiempo, conocimientos y disposición, me brindaron su apoyo y contribuyeron al desarrollo de este trabajo.

Finalmente, agradezco a mis amigos por acompañarme durante esta etapa, brindarme su apoyo y compartir conmigo palabras de aliento que hicieron de este camino una experiencia significativa.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Declaro no tener conflicto de interés alguno en la realización del presente estudio.

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

La egresada

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	ALTAMIRANO CONDORI LIZ KARINA

Pertenecientes al programa de la **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN REHABILITACIÓN ORAL,** autora del trabajo titulado: **COMPARACIÓN DE LA EXACTITUD EN LA TRANSFERENCIA DE IMPLANTES MÚLTIPLES CON POLIVINILSILOXANO Y ESCANEO DIGITAL UTILIZANDO UN ELEMENTO AUXILIAR EN EDÉNTULOS TOTALES - ESTUDIO IN VITRO** el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN REHABILITACIÓN ORAL** bajo la modalidad de **TESIS.**

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	LOECHLE VERDE OTTO PAUL	ESTOMATOLOGÍA	ASESOR
2.	EVANGELISTA ALVA ALEXIS	ESTOMATOLOGÍA	CO-ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **14%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **trn:oid:::1:3696040855**; fecha de entrega: **30-10-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 30 de octubre del 2026.**

Firma del asesor
N° DNI: 04338139
ORCID: 0009-0006-9181-8319

Firma del Co-asesor
N° DNI: 25612998
ORCID: 0000-0002-5904-8637

TABLA DE CONTENIDOS

Pág.

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN 1
II. OBJETIVO 5
III. HIPÓTESIS 6
IV. MATERIALES Y METODOS 7
IV.1 Diseño del estudio 7
IV.2 Muestra 7
IV.3 Definición operacional de variables 8
IV.4 Procedimientos y Técnicas 9
IV.5 Aspectos éticos del estudio. 16
IV.6 Plan de análisis. 17
V. RESULTADOS 18
VI. DISCUSION 20
VII. CONCLUSIONES 24
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 25
IX. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS 31
ANEXO 1 .....
ANEXO 2 .....
ANEXO 3 .....

RESUMEN

Antecedentes: La exactitud en la transferencia de implantes constituye un factor determinante para el ajuste pasivo y el éxito de las rehabilitaciones implantosoportadas. En pacientes edéntulos totales, la transferencia de implantes mediante técnicas convencionales y digitales representa un desafío debido a la complejidad geométrica de las arcadas completamente desdentadas. En los últimos años, se han desarrollado diferentes estrategias para optimizar la exactitud de los registros digitales, incluyendo el uso de elementos auxiliares que proporcionan referencias adicionales durante el escaneo. **Objetivo**: Evaluar la exactitud de la transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales utilizando impresión convencional con polivinilsiloxano (CV) y escaneo digital intraoral con elemento auxiliar (IOS+JIG). **Materiales y métodos**: Se realizó un estudio experimental in vitro utilizando un modelo maestro mandibular completamente edéntulo con cinco implantes rectos. Se obtuvieron 36 muestras distribuidas en tres grupos (n = 12): CV, IOS e IOS+JIG. Para el grupo convencional se empleó la técnica de impresión ferulizada con cubeta abierta, mientras que para los grupos digitales se utilizaron cuerpos de escaneo y un escáner intraoral. Todos los registros fueron convertidos en archivos STL y analizados mediante el software Geomagic Control X®. La exactitud fue evaluada mediante mediciones lineales y angulares. La veracidad se determinó mediante la desviación respecto al modelo patrón y la precisión mediante la variabilidad de las mediciones repetidas. **Resultados:** No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la veracidad lineal entre los grupos evaluados ($p = 0,052$). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en la precisión lineal ($p = 0,001$), así como en la veracidad angular ($p = 0,0001$) y la precisión angular ($p < 0,0001$). El grupo IOS presentó los mejores resultados en las mediciones angulares, mientras que el grupo IOS+JIG mostró la mejor precisión lineal. **Conclusiones:** La exactitud de la transferencia de implantes múltiples varió según la técnica utilizada. Aunque la veracidad lineal fue similar entre los grupos, se observaron diferencias en la precisión lineal y en las mediciones angulares. El escaneo intraoral presentó menores desviaciones en las mediciones angulares, mientras que el uso de un elemento auxiliar mostró menor desviación en la precisión lineal. En conjunto, ninguna técnica presentó superioridad global sobre las demás.

Palabras claves: Implantes dentales; Exactitud; Escaneo intraoral; Polivinilsiloxano; Edentulismo; Prótesis sobre implantes.

ABSTRACT

Background: Accuracy of implant transfer is a determining factor for passive fit and the success of implant-supported rehabilitations. In completely edentulous patients, implant transfer using conventional and digital techniques is challenging because of the geometric complexity of fully edentulous arches. In recent years, different strategies have been developed to optimize the accuracy of digital impressions, including the use of auxiliary devices that provide additional reference points during scanning. **Objective:** To evaluate the accuracy of multiple implant transfer in completely edentulous patients using conventional polyvinyl siloxane impressions (CV) and intraoral digital scanning with an auxiliary device (IOS+JIG:). **Materials and Methods** An in vitro experimental study was conducted using a completely edentulous mandibular master model with five straight implants. A total of 36 samples were obtained and distributed into three groups (n = 12): CV, IOS, and IOS+JIG. For the conventional group, the splinted open-tray impression technique was used, whereas the digital groups were scanned using scan bodies and an intraoral scanner. All records were converted into STL files and analyzed using Geomagic Control X® software. Accuracy was evaluated through linear and angular measurements. Trueness was determined based on the deviation from the reference model, whereas precision was determined based on the variability of repeated measurements. **Results:** No statistically significant differences were observed in linear trueness among the evaluated groups ($p = 0.052$). However, significant differences were found in linear precision ($p = 0.001$), as well as in angular trueness ($p = 0.0001$) and angular precision ($p < 0.0001$). The IOS group presented the lowest deviations in angular measurements, whereas the IOS+JIG group showed the lowest deviations in linear precision. **Conclusions:** The accuracy of multiple implant transfer varied according to the technique used. Although linear trueness was similar among the groups, differences were observed in linear precision and angular measurements. Intraoral scanning presented lower deviations in angular measurements, whereas the use of an auxiliary device showed lower deviations in linear precision. Overall, no technique demonstrated global superiority over the others.

Keywords: Dental implants; Accuracy; Intraoral scanning; Polyvinyl siloxane; Edentulism; Implant-supported prostheses.

I. INTRODUCCIÓN

El edentulismo constituye un problema de salud bucal frecuente, especialmente en adultos mayores, y puede afectar de manera importante la función masticatoria, la estética y la calidad de vida de los pacientes. La rehabilitación protésica tiene como objetivo restablecer estas funciones, favoreciendo además el bienestar general y el mantenimiento de un adecuado estado nutricional. Por ello, las prótesis dentales representan una alternativa terapéutica fundamental para la recuperación funcional de los pacientes edéntulos y la mejora de su calidad de vida (1,2).

A través del tiempo, la odontología ha buscado con mayor énfasis la conservación de la salud, la función y la integridad de las estructuras dentarias. Asimismo, la terapia con implantes en pacientes edéntulos totales ha evolucionado mediante el desarrollo de diferentes técnicas de transferencia convencionales y digitales para la confección de prótesis implantosoportadas. El éxito de estas restauraciones depende de la exactitud del flujo de trabajo protésico, ya que esta permite reproducir fielmente los detalles clínicos y lograr un adecuado ajuste pasivo. Diversos factores pueden influir en dicha exactitud, entre ellos la técnica y el material de impresión, la deformación elástica, la angulación y profundidad de los implantes insertados, la habilidad del operador y las características de la superficie digitalizada (3,4,5).

Un paso crucial para ello es el procedimiento de transferencia, etapa que influye en el ajuste de la prótesis sobre los implantes (6). Así mismo un desajuste de ésta conlleva a complicaciones mecánicas y biológicas (7,8)

Hoy en día para los procedimientos convencionales contamos con siliconas de adición como el Polivinilsiloxano, con ventajas clínicas de gran alcance gracias a

su excelente estabilidad dimensional, reproducción de detalles, recuperación elástica, resistencia al desgarro (5,9), y rigidez moderada. (10). Investigaciones in vitro señalan: en pacientes edéntulos parciales y totales el método más preciso para la transferencia de implantes es la técnica de cubeta abierta y ferulización de los postes de impresión, aumentando la estabilidad durante el procedimiento y fabricación del modelo (11,12).

Los Escáneres representan un paso esencial en el flujo de trabajo digital para la fabricación de las prótesis definitivas sobre implantes. Se ha informado que los escaneos digitales pueden reducir la incomodidad del paciente, ahorran tiempo y simplifican los procedimientos clínicos para el dentista (4,7), así mismo esta técnica puede reducir el margen de error causado por los métodos tradicionales de toma de impresión, y proporcionar estructuras adecuadas. (13)

Las impresiones digitales se crean como imágenes de superficie utilizando un escáner intraoral. Estas imágenes se envían como un archivo *Standard Tessellation Language* (STL) al laboratorio para finalmente obtener un modelo impreso. (14)

Existen muchos factores que pueden influir en la exactitud del escaneo como el tipo de escáner intraoral, la longitud de la sección escaneada. Otros autores han observado una pérdida significativa de exactitud con el escáner intraoral cuando se aumentaban las distancias entre los implantes, la estrategia de escaneo y la geometría del cuerpo a escanear. (15, 16, 17)

Diversos estudios informan que no existen diferencias significativas respecto a la exactitud evidenciando resultados iguales o mejores para los sistemas digitales que para los métodos convencionales (12)

Las impresiones digitales de arcadas completas en rebordes edéntulos, debido a la falta de variación geométrica suele ser una de las tareas más desafiantes para el escaneo digital. Iturrate *et al*. diseñaron un elemento auxiliar que mejoró significativamente la exactitud de estos rebordes, especialmente en arcos cruzados, independientemente del escáner utilizado. (16, 18, 19)

Según ISO 5725-1, La exactitud de las impresiones dentales se evalúa sobre la base de la veracidad y precisión (20) La precisión define en qué medida los escaneos repetidos difieren entre sí y la veracidad es la capacidad de una medición para igualar a su valor real. (21)

Esta investigación presenta justificación teórica ya que aportará nuevas evidencias actualizadas que permitirá al clínico establecer criterios más sólidos para escoger una determinada técnica de transferencia, para el éxito a largo plazo de las restauraciones, evitando así una serie de complicaciones biológicas y mecánicas; y justificación clínica ya que servirá para identificar las ventajas y desventajas que posee cada una de ellas. Además, que no existen muchos estudios que comparen la exactitud en la técnica convencional y digital.

El propósito del presente estudio es aportar evidencia sobre la exactitud de la transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales mediante técnicas convencionales y digitales, considerando la incorporación de un elemento auxiliar en el escaneo digital.

Por todo lo expuesto surge el planteamiento de problema: ¿Cuál de las técnicas de transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales presenta mayor exactitud: la técnica de impresión convencional con Polivinilsiloxano o la técnica de escaneo digital utilizando un elemento auxiliar?

II. OBJETIVOS

Objetivo general:

Evaluar la exactitud de la transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales utilizando diferentes técnicas: convencional con Polivinilsiloxano y Escaneo digital utilizando un elemento auxiliar en edéntulos totales.

Objetivos específicos:

1. Medir la precisión y veracidad de la transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales con impresiones convencionales utilizando Polivinilsiloxano.
2. Medir la precisión y veracidad de la transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales con escaneo digital.
3. Medir la precisión y veracidad de la transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales con uso de elemento auxiliar y escaneo digital.
4. Comparar la precisión y veracidad de la transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales con impresiones convencionales utilizando Polivinilsiloxano, escaneo digital y escaneo digital con elemento auxiliar.

III. HIPÓTESIS:

- Hipótesis alternativa (H_1)

  La transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales mediante la técnica de escaneo digital con elemento auxiliar presenta mayor exactitud que mediante la técnica de impresión convencional con polivinilsiloxano.

- Hipótesis nula (H_0)

  No existen diferencias estadísticamente significativas en la exactitud de la transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales entre la técnica de impresión convencional con polivinilsiloxano y la técnica de escaneo digital utilizando un elemento auxiliar.

IV. MATERIALES Y METODOS

IV.1 Diseño del estudio

Este estudio es de tipo Experimental, in vitro

IV.2 Muestra

El tamaño muestral fue calculado tomando como referencia el estudio realizado por Ke et al. 2023 (16), aplicando la fórmula estadística de comparación de medias mediante el software STATA versión 18 y utilizando los parámetros reportados en dicho estudio. El cálculo determinó un tamaño mínimo de 10 muestras por grupo. Considerando posibles variaciones experimentales y con el propósito de incrementar la confiabilidad de las mediciones, se adicionó un 20%, estableciéndose finalmente 12 muestras por cada grupo.

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 * (S_1^2 + S_2^2)}{(X_1 - X_2)^2}$$

Siendo:

n = tamaño de muestra.

$Z_{1-\alpha/2}$ = Nivel de confianza

$Z_{1-\beta}$ = Potencia

S_1^2= Varianza del grupo 1

S_2^2= Varianza del grupo 2

X_1= Media del grupo 1

X_2=Media del grupo 2

$$n = \frac{(1.96 + 0.842)^2 * [(103.8)^2 + (43.8)^2]}{(207.4 - 96.7)^2} = 10$$

Para el presente estudio se utilizarán 12 muestras por grupo, distribuidas de la siguiente manera:

- Primer grupo: 12 Archivos STL obtenidos con un escáner de laboratorio de modelos de trabajo a partir de impresiones con Polivinilsiloxano con la técnica de cubeta abierta (CV).
- Segundo grupo: 12 Archivos STL obtenidos a partir de escaneos Digitales utilizando un escáner intraoral sin elemento auxiliar (IOS).
- Tercer grupo: 12 Archivos STL obtenidos a partir de escaneos digitales y utilización de elemento auxiliar impreso en 3D utilizando un escáner intraoral (IOS+JIG).

Criterios de selección:

- Modelos en yeso tipo IV bien definidos, nítidos, sin distorsiones, ni burbujas, ni fracturas
- Modelos digitales nítidos en alta resolución, sin distorsiones, ni sobreposición de imágenes por doble escaneado.

IV.3 Definición operacional de variables

Para la definición de las variables se tomó como referencia el objetivo general del estudio, a partir del cual se estableció la exactitud de la transferencia de implantes como variable dependiente, evaluada mediante las dimensiones de veracidad y precisión, tanto en mediciones lineales como angulares. La veracidad se determinó

mediante el valor absoluto de la desviación de las mediciones obtenidas respecto al modelo de referencia, mientras que la precisión se determinó mediante la variabilidad de las mediciones repetidas dentro de cada grupo experimental. La variable independiente correspondió a la técnica de transferencia, conformada por tres categorías: impresión convencional con polivinilsiloxano (CV), escaneo digital intraoral (IOS) y escaneo digital intraoral con elemento auxiliar (IOS+JIG). La operacionalización detallada de las variables se presenta en el Anexo 1.

IV.4 Procedimientos y Técnicas

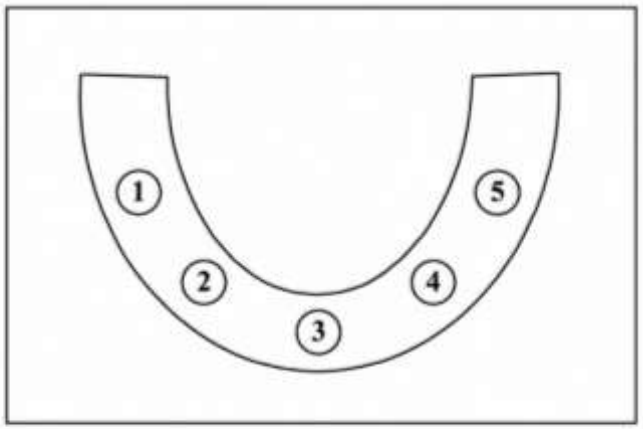
- Elaboración del modelo maestro
- Transferencia y escaneo de Modelos de trabajo Convencionales
- Escaneo Intraoral y obtención de Modelos digitales
- Diseño y fabricación de Elemento auxiliar impreso en 3D
- Mediciones
- Análisis estadístico

- **Elaboración del Modelo maestro**

Se utilizó una mandíbula completamente edéntula prefabricada con encía simulada (Mandíbula Edêntula com Gengiva True, cód. 4010 GT, Nacional Ossos, Brasil), la cual fue empleada como modelo maestro para el presente estudio. Inicialmente, la superficie del modelo fue digitalizada mediante un escáner de laboratorio Virtuo Vivo (Straumann, Basilea) para obtener un archivo STL. Posteriormente, se realizó una tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) del modelo maestro, obteniéndose un archivo DICOM. Ambos archivos fueron transferidos al software de planificación y diseño Exoplan 3.1 donde se realizó la planificación virtual de la posición de los implantes.

La guía quirúrgica resultante fue fabricada mediante una impresora 3D (Shining 3D AccuFab-D1) y utilizada para la colocación de cinco implantes distribuidos en el modelo maestro, siguiendo la distribución implantaria propuesta por Brånemark (22), como se observa en la Figura 1. Se emplearon implantes de conexión cono morse (S.I.N. Strong SW), Bone Level, de 3,8 mm de diámetro y 10 mm de longitud, con la finalidad de reproducir una situación clínica habitual.

Figura 1.



Distribución de los cinco implantes en el modelo maestro.

Los implantes fueron colocados perpendiculares al plano oclusal, paralelos entre sí y distribuidos de manera equidistante y simétrica sobre el reborde edéntulo del modelo maestro (12). Posteriormente, se seleccionaron minipilares cónicos rectos de 0° (S.I.N. Strong SW), los cuales fueron instalados en el modelo maestro utilizando una llave dinamométrica con torque de 20 Ncm, siguiendo las indicaciones del fabricante, con el fin de realizar la transferencia a nivel del pilar.

Para la obtención del modelo maestro digital, se posicionaron cinco cuerpos de escaneo (Jig de Escaneo Minipilar, cód. JBMA) sobre los minipilares y el conjunto fue escaneado mediante un escáner de mesa 3Shape (3Shape, Copenhague, Dinamarca). Finalmente, los datos obtenidos fueron exportados en formato STL.

- **Transferencia y Escaneo de Modelos de trabajo Convencionales**

Se realizó la transferencia a nivel del pilar utilizando postes de impresión ferulizados mediante la técnica de impresión de cubeta abierta (23). Para ello, se fijaron cinco postes de impresión sobre los minipilares (S. I. N. Strong SW). Se utilizó resina acrílica autopolimerizable (GC Pattern Resin LS, GC América, Alsip, EE. UU.) como material de ferulización para crear barras de resina. Después de 24 horas, las barras de resina fueron seccionadas con un disco de diamante y posteriormente reconectadas con una cantidad mínima del mismo material para reducir la contracción de polimerización; luego, se almacenaron durante 24 horas (12).

Se fabricó una cubeta personalizada utilizando resina acrílica autopolimerizable, con un relieve de 2 mm para el material de impresión. Asimismo, se confeccionó una ventana amplia en la cubeta para permitir el acceso a los tornillos de las cofias y facilitar su manipulación durante la toma de impresión. Se aplicó adhesivo para cubetas (Universal Tray Adhesive, Zhermack Spa, Italia) en la superficie interna de la cubeta personalizada y se dejó secar durante cinco minutos, según las indicaciones del fabricante.

Posteriormente, se utilizó material de impresión de polivinilsiloxano (Panasil Initial Contact Light, Kettenbach, Alemania) mediante técnica de doble mezcla en un solo tiempo. La cubeta fue asentada sobre el modelo maestro con presión suave hasta contactar con los cinco topes. Una vez completada la polimerización del material de impresión durante 3 minutos, según el fabricante, se desenroscaron las cofias de impresión y se separó la cubeta del modelo maestro.

Para la obtención de los modelos de trabajo se posicionaron análogos de minipilar (Cod: ANMA 4800) sobre los postes de impresión y se simuló el tejido gingival periimplantario mediante silicona rígida escaneable (Gingisole Rígido, Premium Plus Japan). Posteriormente, se realizó el vaciado del modelo en un solo tiempo utilizando yeso dental tipo IV de baja expansión (Elite Rock, Zhermack, Italia). La mezcla del yeso se efectuó siguiendo la proporción recomendada por el fabricante y fue preparada mediante una mezcladora al vacío (Renfert Twister Evolution); posteriormente, el material fue vertido con ayuda de vibrador para favorecer su adaptación y reducir la incorporación de burbujas. Los modelos se dejaron fraguar antes de ser separados de las impresiones. Este procedimiento se repitió 12 veces.

Todos los modelos de trabajo fueron recortados y almacenados a temperatura ambiente durante un mínimo de una semana antes de su escaneo (12). Posteriormente, los modelos fueron equipados con los mismos cuerpos de

escaneo, escaneados mediante un escáner de mesa 3Shape (3Shape, Copenhague, Dinamarca). y exportados como archivos STL.

- **Escaneo Intraoral y Obtención de Modelos digitales**

Antes de comenzar los procedimientos de escaneo, el escáner intraoral fue calibrado de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

Se crearon dos escenarios experimentales: En el primer escenario, se simuló un procedimiento de escaneo intraoral conectando cuerpos de escaneo (Jig de Escaneo Minipilar, Cod: JBMA) sobre los minipilares cónicos del modelo maestro. Se realizaron 12 escaneos utilizando un escáner intraoral Medit i700 (Medit Corp., Seúl, Corea del Sur). El protocolo de escaneo se inició en el extremo posterior derecho del modelo mediante un recorrido continuo sobre los cuerpos de escaneo y el reborde edéntulo hasta alcanzar el extremo posterior izquierdo. Posteriormente, se continuó con el registro de la superficie vestibular de la arcada y los tejidos blandos adyacentes, finalizando con el registro de la superficie lingual. El procedimiento se repitió hasta obtener 12 archivos STL, los cuales fueron exportados al software de ingeniería inversa Geomagic Control X™ para su medición y análisis de similitud.

En el segundo escenario, se digitalizó la misma arcada completa utilizando un elemento auxiliar impreso en 3D. Para ello, el elemento auxiliar fue posicionado haciendo coincidir sus orificios circulares con los cuerpos de escaneo previamente instalados sobre los minipilares cónicos. Posteriormente, con la finalidad de evitar movimientos durante el escaneo y facilitar su posterior retiro sin dañar los componentes, se empleó una barrera de resina fotopolimerizable

(OpalDam®, Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EE. UU.) como medio de fijación entre el elemento auxiliar y los cuerpos de escaneo. Se siguió el mismo protocolo de escaneo empleado en el primer escenario hasta obtener 12 archivos STL correspondientes al grupo con elemento auxiliar. Los cuerpos de escaneo permanecieron instalados durante todo el procedimiento.

Todos los escaneos fueron realizados por un mismo investigador con el propósito de minimizar sesgos operatorios. Asimismo, las condiciones de temperatura y humedad se mantuvieron constantes durante todos los procedimientos de escaneo.

- **Diseño y fabricación de Elemento auxiliar impreso en 3D**

El diseño del elemento auxiliar fue realizado utilizando el software de modelado y edición de mallas 3D Meshmixer. Posteriormente, se generó el archivo en formato STL y los prototipos fueron fabricados mediante impresión 3D utilizando una impresora SHINING 3D AccuFab-D1 y resina de impresión 3D SHINING 3D Dental Model (DM12).

- **Mediciones**

Para evaluar la exactitud, se utilizó el software de ingeniería inversa Geomagic Control X™ para realizar la superposición de los archivos STL correspondientes a cada modelo de inspección con el archivo STL del modelo patrón. Los cinco cuerpos de escaneo fueron seleccionados como área de registro y cada modelo de prueba fue alineado con el modelo de referencia mediante el algoritmo de mejor ajuste (best fit).

Posteriormente, el software detectó automáticamente la geometría de los cuerpos de escaneo y estableció los puntos centrales y ejes longitudinales correspondientes a los cinco aditamentos. Las mediciones angulares se realizaron mediante la proyección de los ejes longitudinales de los cuerpos de escaneo respecto a un plano horizontal común definido en el modelo patrón, mientras que las mediciones lineales se efectuaron entre los puntos centrales de los cuerpos de escaneo.

Se obtuvieron diez mediciones lineales y diez mediciones angulares correspondientes a las relaciones 1–2, 1–3, 1–4, 1–5, 2–3, 2–4, 2–5, 3–4, 3–5 y 4–5. Cada técnica fue evaluada en 12 muestras.

La veracidad fue determinada mediante la desviación de las mediciones respecto al modelo patrón, mientras que la precisión fue establecida a partir de la variabilidad de las mediciones repetidas dentro de cada grupo experimental. (Figura 2 y 3)

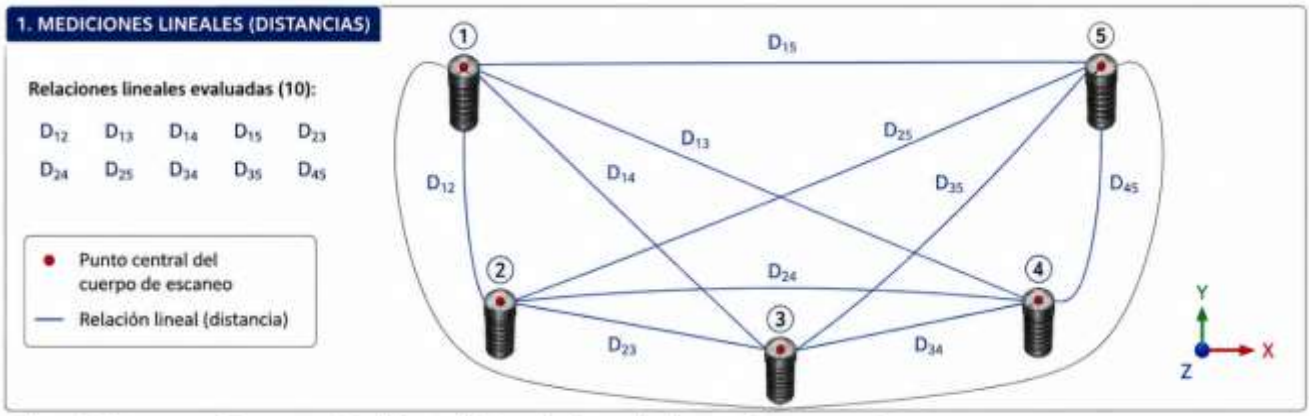


Figura 2. *Representación esquemática de las mediciones lineales realizadas entre los cuerpos de escaneo.*

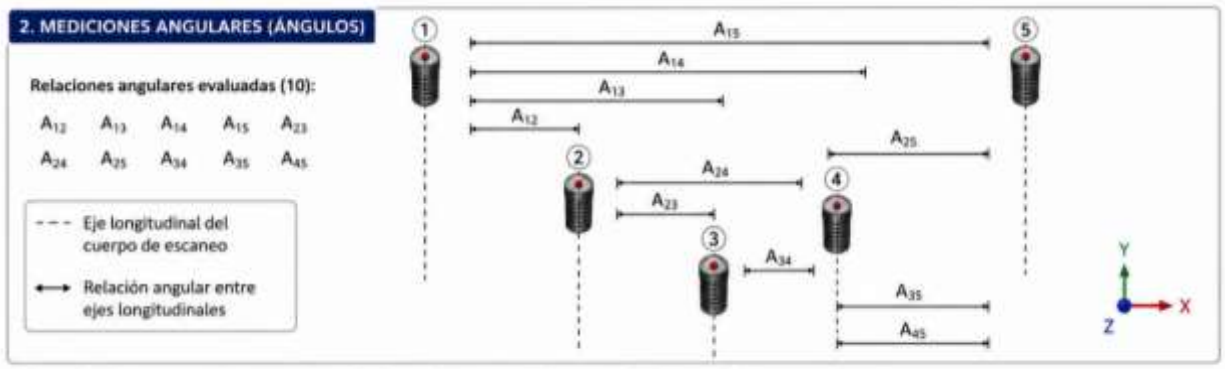


Figura 3. *Representación esquemática de las mediciones angulares realizadas entre los cuerpos de escaneo.*

IV.5 Aspectos éticos del estudio.

- Se realizó el estudio luego de recibir la aprobación de Dirección Universitaria de Asuntos de la Investigación (DUARI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH) y de la Unidad Integrada de Gestión de Investigación, Ciencia y Tecnología (UIGICT) de las Facultades de Medicina, de Estomatología y de Enfermería.
- Se realizó la inscripción en el SIDISI (Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación).
- Se presentó el certificado del curso de Conducta Responsable en Investigación, emitido por el CITI.
- Se presentó el certificado emitido por: Geomagic Control X ™ (Anexo 2).

IV.6 Plan de análisis.

Para la realización del presente estudio se efectuó un análisis descriptivo mediante medidas de tendencia central y dispersión (media, mediana, desviación estándar y rango intercuartílico) para describir las variaciones métricas de las distancias y ángulos obtenidos en la transferencia de implantes múltiples mediante impresión convencional con polivinilsiloxano, escaneo digital y escaneo digital con elemento auxiliar.

Los cálculos estadísticos fueron realizados utilizando el software STATA versión 18.0. Se evaluaron por separado cuatro variables de medición: veracidad lineal, precisión lineal, veracidad angular y precisión angular.

La distribución de los datos fue evaluada mediante la prueba de Shapiro–Wilk. Para la comparación entre los tres grupos experimentales se utilizó la prueba ANOVA de un factor cuando los datos presentaron distribución normal y la prueba de Kruskal–Wallis cuando no cumplieron el supuesto de normalidad. Se consideró un nivel de significancia estadística de $p < 0,05$.

Cuando se identificaron diferencias estadísticamente significativas, se realizaron comparaciones por pares entre grupos mediante pruebas post hoc de Scheffé para las variables que presentaron distribución normal y mediante la prueba U de Mann–Whitney para aquellas que no cumplieron el supuesto de normalidad.

V. RESULTADOS

En el presente estudio se evaluó la exactitud de la transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales mediante tres técnicas: impresión convencional con polivinilsiloxano (CV), escaneo intraoral sin elemento auxiliar (IOS) y escaneo intraoral con elemento auxiliar (IOS+JIG).

- El grupo CV presentó una veracidad promedio de 0,074 mm y una precisión promedio de 0,813 mm para las distancias. En los ángulos, la veracidad promedio fue de 0,804° y la precisión promedio de 6,627°, evidenciando una mayor variabilidad en las mediciones obtenidas (Tabla 1).
- El grupo IOS presentó una veracidad promedio de 0,082 mm y una precisión promedio de 1,088 mm para las distancias. Respecto a los ángulos, la veracidad promedio fue de 0,286° y la precisión promedio de 3,129°, mostrando una menor desviación angular en comparación con el grupo CV (Tabla 2).
- El grupo IOS+JIG presentó una veracidad promedio de 0,071 mm y una precisión promedio de 0,576 mm para las distancias. En los ángulos, la veracidad promedio fue de 0,462° y la precisión promedio de 4,256° (Tabla 3).
- Al compara la precisión y veracidad entre las técnicas evaluadas, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la veracidad de las distancias ($p = 0,052$). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en la precisión de las distancias ($p = 0,001$), así como en la veracidad y precisión de los ángulos ($p = 0,0001$ y $p < 0,0001$,

respectivamente), evidenciando un comportamiento diferencial entre los grupos CV, IOS e IOS+JIG (Tabla 4).

Contraste de hipótesis

De acuerdo con los resultados obtenidos, se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas evaluadas en la precisión de las distancias, la veracidad angular y la precisión angular; mientras que no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la veracidad de las distancias. En consecuencia, la hipótesis alternativa planteada presenta una contrastación parcial, ya que las diferencias se presentaron solo en algunas de las variables de exactitud evaluadas. En conjunto, estos resultados no permiten establecer una superioridad global de una técnica sobre las demás.

VI. DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó la exactitud de la transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales mediante impresión convencional con polivinilsiloxano (CV), escaneo intraoral sin elemento auxiliar (IOS) y escaneo intraoral con elemento auxiliar (IOS+JIG), bajo un diseño experimental in vitro. Los resultados mostraron que no existieron diferencias estadísticamente significativas en la veracidad lineal entre las técnicas evaluadas; sin embargo, sí se observaron diferencias significativas en la precisión lineal, así como en la veracidad y precisión angular, evidenciando un comportamiento diferente entre los métodos de transferencia estudiados.

Respecto a las técnicas convencional y digital, en el presente estudio, ambas mostraron una capacidad de transferencia aceptable. Alfaraj et al. 2026 (24), en una revisión sistemática y metaanálisis de 37 estudios, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la exactitud tridimensional global entre las impresiones digitales y convencionales. Sin embargo, en el análisis de los estudios con más de cuatro implantes, las impresiones convencionales fueron ligeramente favorecidas, con una diferencia estadísticamente significativa, aunque pequeña, en la exactitud tridimensional global. De manera similar, Harfagar et al. 2025 (25), en un estudio clínico realizado en pacientes con arcadas completamente edéntulas, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en las desviaciones lineales ni angulares entre ambas técnicas, lo que indica una veracidad comparable en las condiciones evaluadas. En contraste, Ke et al. 2023 (16), en un modelo mandibular completamente edéntulo con cuatro implantes, reportaron una mayor veracidad y precisión de los escaneos digitales frente a la técnica convencional. En conjunto,

estos resultados muestran que la comparación entre las técnicas convencional y digital presenta hallazgos variables.

En relación con el uso del elemento auxiliar, los resultados del presente estudio muestran diferencias según el parámetro evaluado. Ke et al. 2023 (16), en un modelo mandibular completamente edéntulo, encontraron que la incorporación de landmarks mejoró significativamente la veracidad y precisión de los escaneos digitales. De manera similar, Lyu et al. 2025 (26), en un modelo mandibular con múltiples implantes, encontraron que el uso de un dispositivo auxiliar puede mejorar la exactitud del escaneo intraoral. Para cuatro y cinco implantes, no se encontraron diferencias significativas en la exactitud entre el IOS con el dispositivo auxiliar y la técnica convencional de cubeta abierta ferulizada; sin embargo, para seis implantes, el IOS con el dispositivo auxiliar fue ligeramente menos exacto que la técnica convencional. En concordancia con esta variabilidad, Cheng et al. 2024 (27), al comparar la impresión convencional, el IOS con y sin ferulización y la fotogrametría en un modelo edéntulo con seis implantes, encontraron que la inclusión de férulas redujo ligeramente las desviaciones tridimensionales y lineales al inicio del recorrido del escaneo; sin embargo, no produjo una mejora general en la exactitud del escaneo intraoral. En conjunto, estos hallazgos indican que el efecto de los elementos auxiliares puede variar según las condiciones y el parámetro de exactitud evaluados.

La evidencia reciente sobre la exactitud de las impresiones de arcada completa con técnicas convencionales y digitales muestra resultados variables según la técnica y

el parámetro evaluado. Vánkos et al. 2026 (28), en una revisión sistemática y metaanálisis de estudios in vitro, no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas evaluadas al analizar la veracidad y precisión de las impresiones de implantes. Por su parte, Pachiou et al. 2026 (29), en una revisión sistemática de estudios clínicos, analizaron específicamente el uso de dispositivos auxiliares durante el escaneo intraoral de arcada completa y encontraron que estos pueden mejorar la exactitud, principalmente en las mediciones lineales; sin embargo, los efectos sobre la desviación angular y la precisión fueron menos consistentes. Asimismo, los autores resaltaron la importancia de contar con protocolos de escaneo rigurosos. En conjunto, la evidencia reciente indica que los elementos auxiliares pueden favorecer determinados componentes de la exactitud, especialmente las mediciones lineales, aunque este beneficio no se observa de manera uniforme en todos los parámetros evaluados.

La interpretación global de los resultados muestra que ninguna de las técnicas evaluadas fue superior en todos los componentes de la exactitud. En el presente estudio, las técnicas no presentaron diferencias significativas en la veracidad lineal; sin embargo, sí se observaron diferencias en la precisión lineal y en las mediciones angulares. En consecuencia, evaluar una técnica considerando únicamente una de estas variables podría conducir a una interpretación incompleta de su exactitud.

En el caso de los flujos digitales, su desempeño puede estar relacionado con diversos factores, entre ellos el escáner intraoral empleado, la geometría y posición de los cuerpos de escaneo y la distribución de los implantes. Asimismo, las diferencias en los métodos empleados para cuantificar la exactitud, como el sistema

de medición, el procedimiento de superposición y los criterios utilizados para establecer las referencias geométricas, pueden contribuir a la variabilidad observada entre estudios. A ello se suma la heterogeneidad de las muestras y de las condiciones experimentales incluidas en las revisiones sistemáticas, lo que puede contribuir a la variabilidad de sus resultados y limitar su comparación directa. En este sentido, los resultados del presente estudio deben interpretarse considerando el protocolo de adquisición y el método empleado para cuantificar la exactitud.

Entre las limitaciones del presente estudio debe considerarse que fue realizado en un entorno experimental controlado, así como la evaluación de un único sistema de escaneo intraoral y de un diseño específico de elemento auxiliar, lo que limita la generalización de los resultados. Si bien el modelo experimental permitió controlar las variables y estandarizar los procedimientos de adquisición y medición, las condiciones in vitro no reproducen completamente las condiciones clínicas reales. El uso del elemento auxiliar mostró ventajas en determinados parámetros de exactitud; sin embargo, estos resultados no permiten establecer una superioridad general de esta estrategia. Como proyección, futuras investigaciones podrían comparar diferentes sistemas de escaneo intraoral, así como distintos diseños de elementos auxiliares, incorporando estudios clínicos que permitan evaluar su desempeño en escenarios reales. Del mismo modo, el desarrollo de tecnologías digitales avanzadas, como la fotogrametría, refleja el interés por optimizar la continuidad y estabilidad del registro digital, lo que abre nuevas posibilidades para futuras investigaciones sobre la transferencia de múltiples implantes.

VII. CONCLUSIONES

1. La técnica convencional con polivinilsiloxano presentó una exactitud clínicamente aceptable para la transferencia de implantes múltiples. En la veracidad lineal, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las tres técnicas, aunque la convencional presentó una mayor variabilidad.

2. El escaneo digital (IOS) presentó el mejor desempeño en las mediciones angulares, con menores desviaciones tanto en la veracidad como en la precisión angular respecto a las demás técnicas evaluadas.

3. El escaneo digital con elemento auxiliar (IOS+JIG) presentó el mejor desempeño en la precisión lineal, mostrando menores desviaciones entre las mediciones repetidas en comparación con las otras técnicas.

4. En conjunto, el desempeño de las técnicas varió según el parámetro de exactitud evaluado, por lo que ninguna técnica presentó una superioridad global sobre las demás.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gupta A, Felton DA, Jemt T, Koka S. Rehabilitation of Edentulism and Mortality: A Systematic Review. J Prosthodont. 2019;28(5):526-535.
2. Moynihan P, Varghese R. Impact of Wearing Dentures on Dietary Intake, Nutritional Status, and Eating: A Systematic Review. JDR Clin Trans Res. 2022;7(4):334-351.
3. Rutkunas V, Larsson C, Vult von Steyern P, Mangano F, Gedrimiene A. Clinical and laboratory passive fit assessment of implant-supported zirconia restorations fabricated using conventional and digital workflow. Clin Implant Dent Relat Res. 2020;22(2):237-245.
4. Blanco-Plard A, Hernandez A, Pino F, Vargas N, Rivas-Tumanyan S, Elias A. 3D Accuracy of a Conventional Method Versus Three Digital Scanning Strategies for Completely Edentulous Maxillary Implant Impressions. Int J Oral Maxillofac Implants. 2023;38(6):1211-1219.
5. Rajendran R, Chander NG, Anitha KV, Muthukumar B. Dimensional accuracy of vinyl polyether and polyvinyl siloxane impression materials in direct implant impression technique for multiple dental implants. Eur Oral Res. 2021;55(2):54-59.
6. Lyu M, Di P, Lin Y, Jiang X. Accuracy of impressions for multiple implants: A comparative study of digital and conventional techniques. J Prosthet Dent. 2022;128(5):1017-1023.
7. Albanchez-González MI, Brinkmann JC, Peláez-Rico J, López-Suárez C, Rodríguez-Alonso V, Suárez-García MJ. Accuracy of Digital Dental Implants Impression Taking with Intraoral Scanners Compared with Conventional

Impression Techniques: A Systematic Review of In Vitro Studies. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(4):2026. Published 2022 Feb 11.

8. Arieli A, Adawi M, Masri M, et al. The Accuracy of Open-Tray vs. Snap on Impression Techniques in A 6-Implant Model: An In Vitro 3D Study. Materials (Basel). 2022;15(6):2103. Published 2022 Mar 12.

9. Aivatzidou K, Kamalakidis SN, Emmanouil I, Michalakis K, Pissiotis AL. Comparative Study of Dimensional Stability and Detail Reproduction of Reformulated and Nonreformulated Elastomeric Impression Materials. J Prosthodont. 2021;30(4):345-350.
10. Ud Din S, Chaudhary FA, Ahmed B, et al. Comparison of the Hardness of Novel Experimental Vinyl Poly Siloxane (VPS) Impression Materials with Commercially Available Ones. Biomed Res Int. 2022; 2022:1703869. Published 2022 Feb 9.
11. Dodia MA, Lagdive SB, Shah RJ, Patel NN. The Effect of Various Splinting Materials on the Accuracy of Implant Impressions: An in vitro Study. J Prosthodontics & Restorative Dentistry 2022; 12(1):10.5005.
12. Chinwongs A, Serichetapongse P. Comparison of the 3D Accuracy between Digital and Conventional Impressions in Full Arch Multi-unit Implants at Implant and Abutment Levels: An in-vitro Study. J Dental Association of Thailand. 2022;72(3):467–477.

13. Albayrak B, Sukotjo C, Wee AG, Korkmaz İH, Bayındır F. Three-Dimensional Accuracy of Conventional Versus Digital Complete Arch Implant Impressions. J Prosthodont. 2021;30(2):163-170.

14. Roig E, Roig M, Garza LC, Costa S, Maia P, Espona J. Fit of complete-arch implant-supported prostheses produced from an intraoral scan by using an auxiliary device and from an elastomeric impression: A pilot clinical trial. J Prosthet Dent. 2022;128(3):404-414.

15. Knechtle N, Wiedemeier D, Mehl A, Ender A. Accuracy of digital complete-arch, multi-implant scans made in the edentulous jaw with gingival movement simulation: An in vitro study. J Prosthet Dent. 2022;128(3):468-478.

16. Ke Y, Zhang Y, Wang Y, Chen H, Sun Y. Comparing the accuracy of full-arch implant impressions using the conventional technique and digital scans with and without prefabricated landmarks in the mandible: An in vitro study. J Dent. 2023;135:104561.

17. Spagopoulos D, Kaisarlis G, Spagopoulou F, Halazonetis DJ, Güth JF, Papazoglou E. In Vitro, Trueness and Precision of Intraoral Scanners in a Four-Implant Complete-Arch Model. Dent J (Basel). 2023;11(1):27. Published 2023 Jan 12.

18. Iturrate M, Eguiraun H, Solaberrieta E. Accuracy of digital impressions for implant-supported complete-arch prosthesis, using an auxiliary geometry part-An in vitro study. Clin Oral Implants Res. 2019;30(12):1250-1258.

19. Rutkūnas V, Gedrimienė A, Al-Haj Husain N, et al. Effect of additional reference objects on accuracy of five intraoral scanners in partially and completely edentulous jaws: An in vitro study. J Prosthet Dent. 2023;130(1):111-118.

20. International Organization for Standardization (2023). Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results —Part 1: General principles and definitions (pp. 1–17). In ISO 5725-1: 2023.

21. Kao TY, Hsieh MC, Hsu CP, Liao CC, Chang CL. Accuracy of digital impressions for three-unit and four-unit implant supported fixed dental prostheses using a novel device. J Dent Sci. 2023;18(2):702-708.

22. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Int J Oral Surg. 1981;10(6):387-416.

23. Rajendran R, Chander NG, Anitha KV, Muthukumar B. Dimensional accuracy of vinyl polyether and polyvinyl siloxane impression materials in direct implant impression technique for multiple dental implants. Eur Oral Res. 2021;55(2):54-59.

24. Alfaraj, A., Alqudaihi, F., Khurshid, Z., Qadiri, O., & Lin, W. S. (2026). Comparative analyses of accuracy between digital and conventional impressions for complete-arch implant-supported fixed dental prostheses-A systematic review and meta-analysis. Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists, 35(3), 252–274.

25. Harfagar, G., Solis, S., Hernandez, M., Fehmer, V., Sailer, I., & Azevedo, L. (2025). Trueness and Passivity of Digital and Conventional Implant Impressions in Edentulous Jaws: A Prospective Clinical Study. Clinical implant dentistry and related research, 27(2), e70022.

26. Lyu, M., Xu, D., Li, Y., Zhang, S., Zhao, H., & Yuan, Q. (2025). Effect of an auxiliary device on scanning accuracy for multiple implants: an in vitro comparative study. Head & face medicine, 21(1), 32.

27. Cheng, J., Zhang, H., Liu, H., Li, J., Wang, H. L., & Tao, X. (2024). Accuracy of edentulous full-arch implant impression: An in vitro comparison between conventional impression, intraoral scan with and without splinting, and photogrammetry. Clinical oral implants research, 35(5), 560–572.

28. Vánkos, B. L., Qian, X., Kelemen, K., Szentes, B. L., Agócs, G., Varga, G., Hegyi, P., Hermann, P., & Kispélyi, B. (2026). Accuracy of Digital and Conventional Implant Impressions in Edentulous Jaws: A Systematic Review and Meta-Analysis of In Vitro Studies. Dentistry journal, 14(5), 304.

29. Pachiou, A., Auderset, F. C., Jung, R. E., Zitzmann, N. U., & Joda, T. (2026). Impact of prefabricated aids and auxiliary devices for scan bodies on the accuracy of intraoral scanning for full-arch implant impressions: A systematic review. Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists, 10.1111/jopr.70122. Advance online publication.

IX. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

TABLAS

Resultados

Tabla N°1: Medición de precisión y veracidad de la transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales con impresiones convencionales utilizando Polivinilsiloxano.

	Distancia (mm)				Angulo (°)			
	Mediana	RIQ	Prom	D.E	Mediana	RIQ	Prom	D.E
Veracidad	0.069	0.080	0.074	0.051	0.722	0.866	0.804	0.539
Precisión	0.757	0.346	0.813	0.262	6.846	2.537	6.627	2.119

Nota. RIQ: rango intercuartílico; Prom: promedio; DE: desviación estándar.

Tabla N°2: Medición de precisión y veracidad de la transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales con escaneo digital.

	Distancia (mm)				Angulo (°)			
	Mediana	RIQ	Prom	D.E	Mediana	RIQ	Prom	D.E
Veracidad	0.057	0.091	0.082	0.095	0.210	0.319	0.286	0.285
Precisión	0.961	0.653	1.088	0.481	3.012	1.731	3.129	1.279

Nota. RIQ: rango intercuartílico; Prom: promedio; DE: desviación estándar.

Tabla N°3: Medición de precisión y veracidad de la transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales con uso de elemento auxiliar y escaneo digital.

	Distancia (mm)				Angulo (°)			
	Mediana	RIQ	Prom	D.E	Mediana	RIQ	Prom	D.E
Veracidad	0.040	0.060	0.071	0.083	0.375	0.433	0.462	0.386
Precisión	0.482	0.370	0.576	0.269	4.463	3.484	4.256	1.855

Nota. RIQ: rango intercuartílico; Prom: promedio; DE: desviación estándar.

Tabla N°4: Comparación de precisión y veracidad de la transferencia de implantes múltiples en edéntulos totales con impresiones convencionales utilizando Polivinilsiloxano, escaneo digital y escaneo digital con elemento auxiliar.

		Distancia (mm)					Angulo (°)				
	Grupo	Mediana	RIQ	Prom	D.E	Valor p	Mediana	RIQ	Prom	D.E	Valor p
Veracidad											
	CV	0.069	0.080	0.074 A	0.051		0.722	0.866	0.804 AB	0.539	
	IOS	0.057	0.091	0.082 B	0.095	0.052**	0.210	0.319	0.286 AC	0.285	0.0001**
	IOS+JIG	0.040	0.060	0.071 C	0.083		0.375	0.433	0.462 BC	0.386	
Precisión											
	CV	0.757	0.346	0.813 AB	0.262		6.846	2.537	6.627 ab	2.119	
	IOS	0.961	0.653	1.088 AC	0.481	0.001**	3.012	1.731	3.129 ac	1.279	<0.0001*
	IOS+JIG	0.482	0.370	0.576 BC	0.269		4.463	3.484	4.256 bc	1.855	

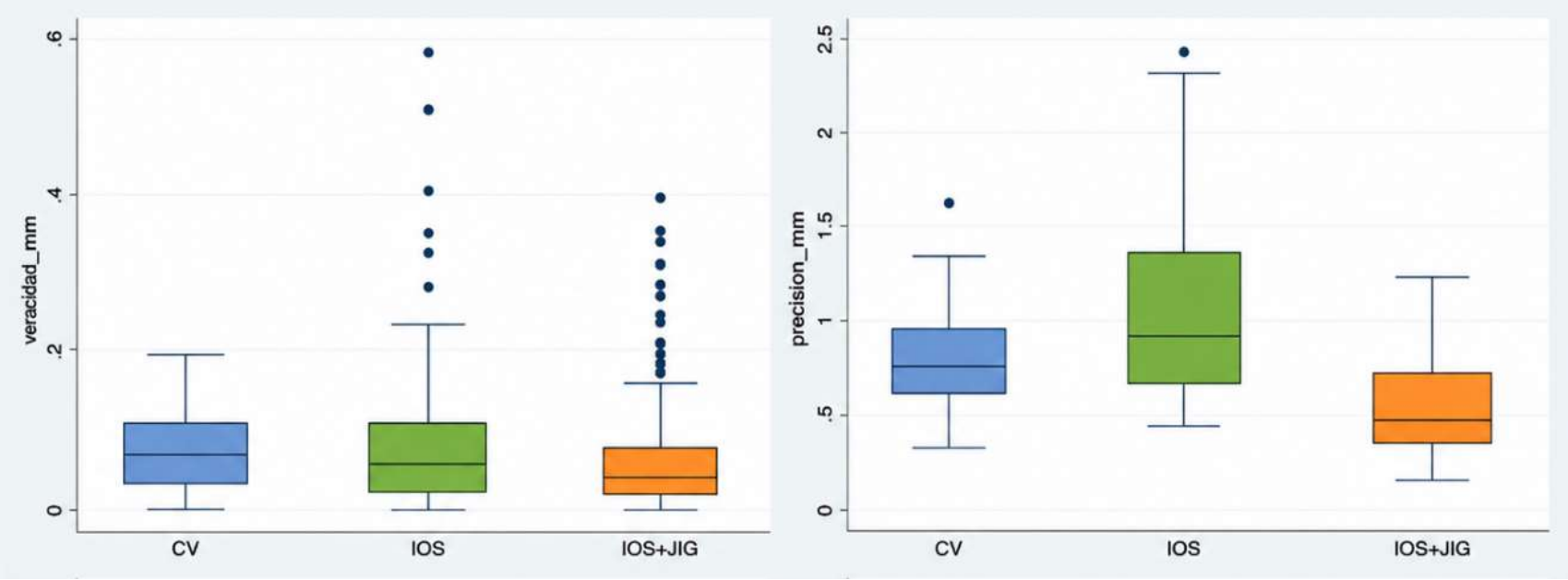
* Prueba ANOVA un factor significancia p<0.05

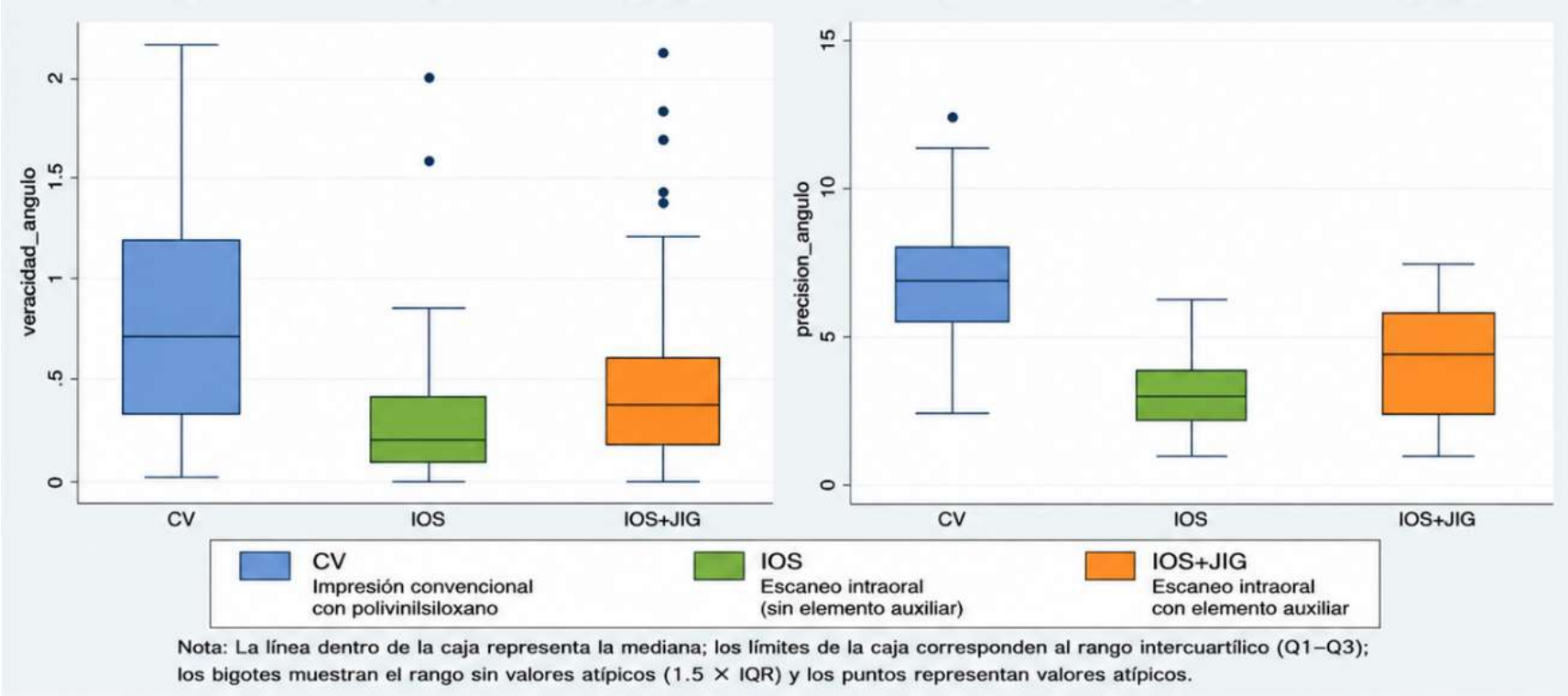
** Prueba Kruskall Wallis

Letras iguales significancia estadistica (valor p<0.05). Letras mayúsculas prueba U Mann Witney. Letras minúsculas prueba post Hoc (scheffe)

GRAFICO DE CAJAS Y BIGOTES

Figura 4. Diagramas de cajas y bigotes de la veracidad y precisión lineal y angular según la técnica de transferencia de implantes





Nota: CV: impresión convencional con polivinilsiloxano; IOS: escaneo intraoral sin elemento auxiliar; IOS+JIG: escaneo intraoral con elemento auxiliar..

ANEXO 1

Cuadro de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN	VALORES O CATEGORIAS
Exactitud (Dependiente)	Veracidad lineal	Grado de cercanía de una medición al valor real o de referencia.	Valor absoluto de la desviación de las mediciones lineales obtenidas respecto al modelo patrón. Las mediciones se realizaron entre los puntos centrales de los cuerpos de escaneo, obteniéndose diez relaciones lineales correspondientes a los pares 1–2, 1–3, 1–4, 1–5, 2–3, 2–4, 2–5, 3–4, 3–5 y 4–5.	Cuantitativa continua	Razón	Micrómetros (µm)
	Veracidad angular	Grado de cercanía de una medición al valor real o de referencia.	Valor absoluto de la desviación angular obtenida respecto al modelo patrón. Las mediciones se realizaron mediante la comparación angular entre los ejes longitudinales de los cuerpos de escaneo, obteniéndose diez relaciones angulares correspondientes a los pares 1–2, 1–3, 1–4, 1–5, 2–3, 2–4, 2–5, 3–4, 3–5 y 4–5.	Cuantitativa Continua	Razón	Grados (°)

	Precisión lineal	Grado de concordancia entre mediciones repetidas realizadas bajo las mismas condiciones.	Variabilidad de las mediciones lineales repetidas obtenidas dentro de cada grupo experimental.	Cuantitativa continua	Razón	Micrómetros (µm)
	Precisión angular	Grado de concordancia entre mediciones repetidas realizadas bajo las mismas condiciones.	Variabilidad de las mediciones angulares repetidas obtenidas dentro de cada grupo experimental.	Cuantitativa continua	Razón	Grados (°)
Técnica de transferencia (Independiente)	------	Procedimiento utilizado para registrar y transferir la posición tridimensional de los implantes y sus relaciones espaciales hacia un modelo físico o digital.	Procedimiento utilizado para registrar y transferir la posición tridimensional de implantes múltiples mediante impresión convencional con polivinilsiloxano (CV), escaneo intraoral sin elemento auxiliar (IOS) y escaneo intraoral con elemento auxiliar (IOS+JIG).	Cualitativa	Nominal	CV IOS IOS+JIG

ANEXO 2

Se presentó el certificado emitido por: Geomagic Control X ™

CERTIFICADO DE PROCESAMIENTO DE MEDICIONES

A quien corresponda:

El Ing. **Percy Apaza Ramos**, identificado con **DNI N.°** [redacted], certifica que ha realizado el procesamiento y análisis de las mediciones correspondientes al proyecto de investigación titulado:

"COMPARACIÓN DE LA EXACTITUD EN LA TRANSFERENCIA DE IMPLANTES MÚLTIPLES CON POLIVINILSILOXANO Y ESCANEO DIGITAL UTILIZANDO UN ELEMENTO AUXILIAR EN EDÉNTULOS TOTALES – ESTUDIO IN VITRO".

Desarrollado por la Cirujana Dentista **Liz Karina Altamirano Condori**, en calidad de investigadora responsable, en la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

El análisis de los modelos digitales tridimensionales y el procesamiento de las mediciones fueron realizados mediante el software especializado en metrología **Geomagic Control X**.

Versión: X 2025.1

Tipo de licencia: PROFESIONAL

El procesamiento comprendió la evaluación de las mediciones efectuadas sobre los modelos digitales tridimensionales mediante el software **Geomagic Control X Professional versión X 2025.1**, ejecutándose bajo criterios técnicos de metrología digital que garantizan la precisión, reproducibilidad y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Se expide el presente certificado a solicitud de la interesada para fines académicos y de sustentación del trabajo de investigación de especialidad.

Lugar y fecha: Cusco, 01 de julio de 2026.



ANEXO 3

FOTOS DEL PROCEDIMIENTO

ELABORACIÓN DEL MODELO MAESTRO



Mandíbula edéntula prefabricada



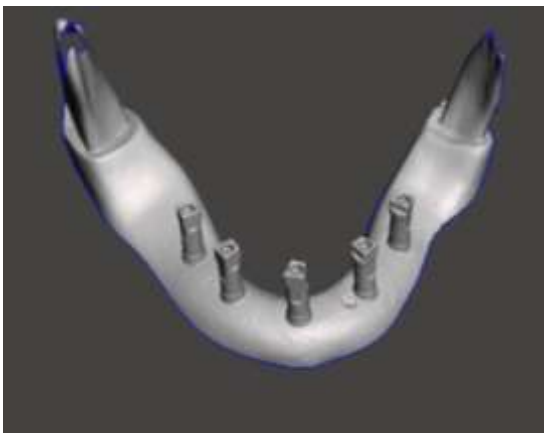
Mandíbula edéntula con guía quirúrgica impresa 3D



Modelo maestro con pilares montados sobre implantes



Modelo maestro con cuerpos de escaneo



Archivo STL del modelo maestro

GRUPO CV (Polivinilsiloxano)



Posicionamiento de los transfers en modelo maestro



Cubeta individual prefabricada sobre los transfers ferulizados



Transferencia mediante cubeta abierta utilizando polivinilsiloxano (PVS)



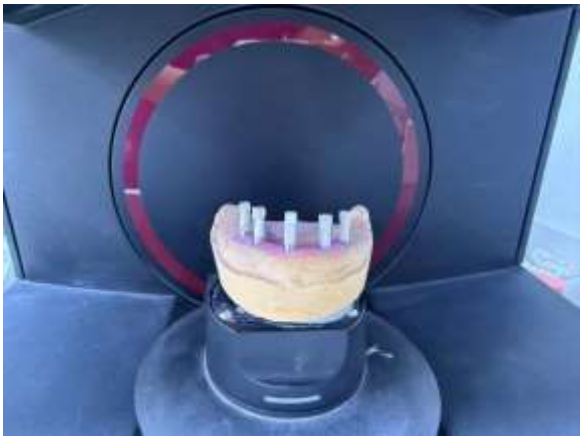
Aplicación de silicona rígida escaneable



Modelo en yeso correspondiente al grupo CV



Obtención de 12 modelos de yeso correspondiente al grupo CV



Digitalización de los modelos del grupo CV



Archivo STL de modelo CV

Obtención de 12 archivos STL mediante digitalización de los modelos de yeso del grupo CV

GRUPO IOS



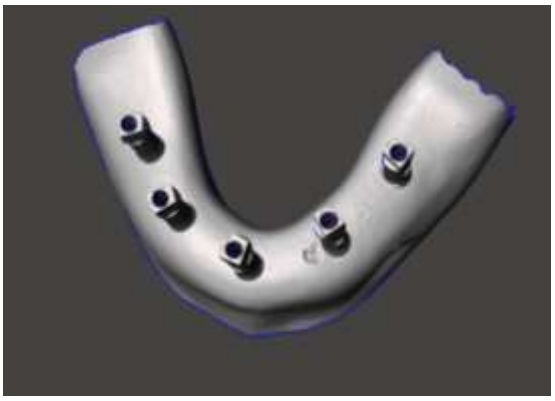
Modelo maestro con cuerpos de escaneo



Escaneo del modelo maestro mediante escáner intraoral Medit I700



Imagen digital del escaneo



Archivo STL correspondiente al grupo IOS

Obtención de 12 archivos STL correspondiente al grupo IOS

FABRICACIÓN DE ELEMENTO AUXILIAR(JIG) IMPRESO EN 3D



GRUPO IOS+JIG



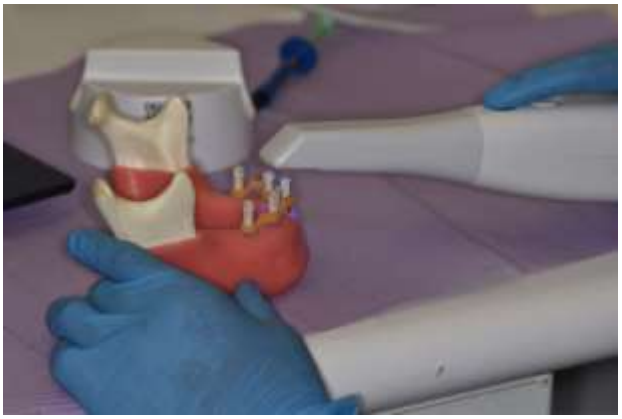
Modelo maestro con cuerpos de escaneo



Fijación y fotopolimerización del elemento auxiliar sobre los cuerpos de escaneo



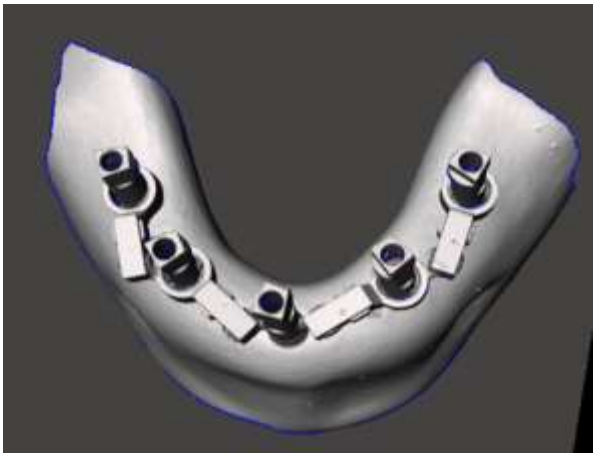
Modelo maestro con cuerpos de escaneo y elemento auxiliar fijados



Escaneo de cuerpos de escaneo y del elemento auxiliar fijados



Imagen digital de escaneo con elemento auxiliar fijados



Archivo STL correspondiente al grupo IOS+JIG

Obtención de 12 archivos STL correspondiente al grupo IOS+JIG mediante el uso del elemento auxiliar