



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

“CORRELACIÓN DE DOS MÉTODOS DE MEDICIÓN DE MODELOS
DIGITALES: MANUAL EN PAPEL IMPRESO Y DIGITAL EN
COMPUTADORA. ESTUDIO RETROSPECTIVO”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA

Presentado por:
BACH. FREDDIE DAVID WILLIAMS ALBITES

Asesor:
Gustavo Adolfo Watanabe Kanno

LIMA – PERÚ

2020

	Reglamento de Grados y Títulos
---	--------------------------------

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lima, a los **02** días del mes de **JULIO** del **2020**, siendo las.....08:40 pm.....horas, con la asistencia del Jurado de Tesis, Presidido por el **DR. FERNANDO ORTÍZ CULCA**, los miembros del Jurado **MG. PATRICIA VIDAL MANYARI** y **DR. MELVIN CISNEROS DEL ÁGUILA**. El Asesor de la Tesis **MG. GUSTAVO WATANABE KANNO**; el **Bach. FREDDIE DAVID WILLIAMS ALBITES**, autor de la tesis Titulada: **“CORRELACIÓN DE DOS MÉTODOS DE MEDICIÓN DE MODELOS DIGITALES: MANUAL EN PAPEL IMPRESO Y DIGITAL EN COMPUTADORA. ESTUDIO RETROSPECTIVO”** con el fin de optar el Grado Académico de **MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA**.

Concluida la exposición, se procedió a la evaluación y deliberación por parte del Jurado correspondiente, habiendo sido **APROBADO**.. con el calificativo de **APROBADO CON MENCION MUY BUENA : 18 (DIECIOCHO)**.....

Se extiende la presente acta en tres originales y siendo las...09:45 p.m... horas, se da por concluido el Acto Académico de Sustentación.



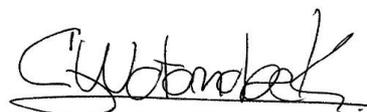
Presidente
DR. FERNANDO ORTÍZ CULCA
DNI: 07747839



Miembro
MG. PATRICIA VIDAL MANYARI
DNI: 08764853



Miembro
MG. MELVIN CISNEROS DEL AGUILA
DNI: 41176693



Asesor
MG. GUSTAVO WATANABE KANNO
DNI: 08764853

Dedicatoria

A Emma y Luz que, a pesar del tiempo sacrificado, me dieron su apoyo incondicional y amor en todo momento.

A mi Papá, Mamá y Hermanos.

Agradecimientos

Al doctor Gustavo Watanabe por su asesoría en todo el proceso de esta tesis y su amistad.

Al doctor Luis Arriola por su valiosa ayuda en el procesamiento estadístico.

Al doctor Fernando Ortiz, por su empuje para terminar esta tesis.

RESUMEN

Introducción: En la especialidad de Ortodoncia, los modelos de estudio digitales son la nueva norma en la práctica clínica. Sin embargo, estos presentan la dificultad de no tenerlos en consulta a escala natural para utilizarlos al lado del paciente en el sillón dental, por lo que un método simple como modelos estandarizados impresos en papel a escala real, podrían ser una solución.

Métodos: Se analizaron 60 modelos de estudio digitales (30 superiores y 30 inferiores). Los modelos fueron digitalizados con un scanner marca Ortho Insight 3D. Se midió ancho bicanino, ancho bipremolar (1ras y 2das premolares), ancho bimolar (1ra molar) y longitud de arco. Estas medidas fueron comparadas entre los modelos digitales y las impresiones estandarizadas de los modelos en papel.

Resultados: Los valores obtenidos en las mediciones realizadas en los modelos impresos en papel fueron menores con valores estadísticamente significativos ($p < 0.001$). Sin embargo, estas diferencias no tienen implicancia clínica ($< 0.4\text{mm}$).

Conclusiones: Se concluye que no existen diferencias clínicas entre las mediciones realizadas en modelos digitales y modelos digitales impresos en papel a escala real. Además, los modelos digitales impresos en papel a escala real pueden ser usados en la práctica clínica al lado del paciente en el sillón dental como ayuda para determinar medidas, realizar comprobaciones o para conformación de arcos individualizados sin necesidad de procesos largos, complejos ni de ajustes de escalas.

Palabras Clave: Ortodoncia, modelos dentales, arco dental

ABSTRACT

Introduction: In Orthodontics, digital models are considered the new standard in clinical practice. However, they are difficult to use due to the fact that it is hard to have them on real scale chairside to be used during consultation, so an easy standardized method as true scale paper print images could be a solution.

Methods: 60 digital models (30 upper and 30 lower) were analyzed. An Ortho Insight 3D Scanner was used to digitize the models. Inter canine width, inter premolar width (1st and 2nd), inter molar width (1st) and arch length measurements were measured. These measurements were compared between digital models and the standardized paper print images.

Results: Values obtained from paper print images of these measurements were lower and showed statistically significant differences ($p < 0.001$). However, these differences don't have any clinical implications ($< 0.4\text{mm}$).

Conclusions: This study concludes that there are no clinical differences between measurements made on digital models and true scale paper print images obtained from them. Also, printed images from digital models can be used chairside during consultation as help for measurements, verify them or to individualize arch wires during appointments without the need of long and complex processes nor adjusting scales.

Keywords: Orthodontics, dental models, dental arch

I. INTRODUCCIÓN

Los modelos de estudio en Ortodoncia son importantes al permitir tener a la mano un molde en tres dimensiones de la cavidad bucal del paciente, y permitir realizar diferentes análisis y mediciones que ayudan al diagnóstico, plan de tratamiento y durante el tratamiento, permitiendo descubrir los problemas dentarios que el paciente pueda tener. Además permiten un estudio exhaustivo de la posición y tamaño de los dientes mediante los diversos análisis de discrepancia y también de masa dentaria.(1–4)

La tecnología ha ido evolucionando y revolucionando la Odontología especialmente en los últimos años. Esto ha permitido que en Odontología se puedan digitalizar diversas estructuras de la cavidad bucal y modelos de estudio, a través de diversos tipos de scanners. En Ortodoncia, los modelos de estudio digitales son una alternativa a los modelos de estudio físicos, ya que permiten ahorrar espacio y realizar los mismos análisis con mayor facilidad y rapidez para ayudar en el diagnóstico y la planificación del tratamiento de pacientes.(3–8)

Los primeros modelos de estudio digitales fueron introducidos en el año 1999 por OrthoCAD, los cuales fueron descritos por Marcel en el 2001, y en el mismo año, Emodels entró al mercado. Estos servicios permitían enviar, ya sea impresiones o modelos vaciados y recibir estos digitalizados en modelos virtuales en 3D. Los modelos de estudio digitales han sido extensamente estudiados, siendo validados en diferentes estudios. Incluso pueden ser considerados como el nuevo “gold standard” para la práctica actual.(3,6,7,9–14)

Sin embargo, aún con todas las bondades que brindan los modelos de estudio digitales, estos presentan problemas como la degradación de los sistemas de almacenaje digital, la necesidad

de soporte técnico y, el principal problema: El no tener el modelo físico al alcance de la mano. Además, el modelo virtual no se encuentra en un tamaño definido en el monitor de la computadora, haciendo difícil transferir las dimensiones encontradas a una escala trabajable.(15–18)

Mantener la forma de los arcos durante el tratamiento de Ortodoncia es importante para la estabilidad post tratamiento. El aumento o disminución de la longitud y perímetro de arco pueden crear recidiva, la que suele ser proporcional a cuánto hayan sido alteradas las dimensiones del arco durante el tratamiento. También mantener los anchos bicanino y bimolar es importante para la estabilidad post tratamiento, por lo que es muy importante mantener estas dimensiones.(13,15,16,19,20)

Felton y colaboradores, comparando casos normales con maloclusión Clase I y Clase II, encontraron que no existe una forma estándar o ideal de arco, y que los cambios del ancho bicanino en la mayoría de casos es un factor importante en la recidiva, mientras que los cambios en el ancho bimolar no los son tanto, por lo que concluyen que un solo tipo de arco preformado no puede ser usado en todos los casos, siendo importante la individualización para obtener una buena estabilidad.(21)

Los modelos de estudio en yeso son una guía física para el ortodoncista en la preparación e individualización de arcos. Existen varios métodos A lo largo de los años, diversos autores han creado distintos métodos para obtener una plantilla de forma de arco individualizada para cada paciente. Al reemplazar los modelos físicos por modelos digitales, esta ayuda puede perderse fácilmente.(15,22)

Champagne en 1992 sugiere el uso de fotocopias de modelos de estudio para comparar formas de arco pre y post tratamiento, ver la forma de arco inicial y servir además como una forma de comunicación con el paciente y otros colegas, pero al encontrar diferencias en las dimensiones con los modelos físicos, no sugiere su uso para realizar mediciones precisas. Por otro lado, Labajo y colaboradores encontraron que el uso de fotocopias de modelos de estudio es válido para realizar mediciones de diferentes tipos, además de ser una alternativa para conservar un registro del paciente. Tavares y colaboradores, al realizar la impresión de los modelos digitales, encuentran también diferencias, es decir, menores dimensiones en las impresiones al medir los anchos y mayor dimensión al medir longitud de arco, pero consideradas clínicamente aceptables.(15,23,24)

Rosseto y colaboradores no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas transversales tomadas en modelos de estudio físicos, fotocopias de estos, y modelos digitales.(16)

Los modelos de estudio son de gran ayuda en el tratamiento de Ortodoncia, sirviendo en todas las etapas del tratamiento, desde el diagnóstico hasta la etapa de contención, incluso son parte del registro legal para el ortodoncista. Este proyecto tiene importancia teórica y clínica, pues permite definir si las mediciones en impresiones en papel son similares a las mediciones digitales, y consecuentemente validar las impresiones en papel de los modelos de estudio digitalizados, permitiendo prescindir de los modelos físicos en la práctica clínica.

El propósito del presente estudio fue determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en las medidas obtenidas entre los modelos de estudio digitales y las medidas

obtenidas en las impresiones de modelos de estudio digitales en papel, así como determinar la correlación que existe entre ambas medidas.

II. OBJETIVOS

1. Objetivo general

Correlacionar las medidas obtenidas manualmente en modelos impresos en papel con las medidas obtenidas digitalmente en computadora de los mismos.

2. Objetivos específicos

- Determinar el ancho bicanino superior e inferior en los modelos digitales.
- Determinar el ancho bicanino superior e inferior en las impresiones en papel de los modelos digitales.
- Determinar el ancho bipremolar (primera premolar) superior e inferior en los modelos digitales.
- Determinar el ancho bipremolar (primera premolar) superior e inferior en las impresiones en papel de los modelos digitales.
- Determinar el ancho bipremolar (segunda premolar) superior e inferior en los modelos digitales.
- Determinar el ancho bipremolar (segunda premolar) superior e inferior en las impresiones en papel de los modelos digitales.
- Determinar el ancho bimolar (primera molar) superior e inferior en los modelos digitales.
- Determinar el ancho bimolar (primera molar) superior e inferior en las impresiones en papel de los modelos digitales.
- Determinar la longitud de arco superior e inferior en los modelos digitales.

- Determinar la longitud de arco superior e inferior en las impresiones en papel de los modelos digitales.
- Comparar las medidas obtenidas en los modelos de estudio digitales y las medidas obtenidas en las impresiones de papel de los modelos.

III. HIPÓTESIS

Existe correlación entre las mediciones realizadas de forma manual en papel impreso y aquellas hechas de forma digital en computadora.

IV. METODOLOGÍA

Este fue un estudio de tipo correlacional retrospectivo.

La población estuvo conformada por 1100 modelos de estudio digitalizados, obtenidos de la compañía “Laboratorio Digital de Ortodoncia – 3D” (razón social WILAL S.A.C.). Para determinar el número de muestra se realizó un estudio piloto, encontrando una alta correlación entre ambos métodos. Debido a esta alta correlación, los resultados de las pruebas arrojaron un número de muestra elevado. Se consideró que el tamaño de muestra sugerido era muy grande. Debido a esta razón, el número de muestras usado fue definido tomando en cuenta estudios similares. (11,12,15,16,25,26)

La muestra consistió en 60 modelos de estudio digitales tomados aleatoriamente. La mitad de la muestra fueron modelos de estudio del maxilar superior y la otra mitad de la muestra fueron modelos del maxilar inferior. Se escogió aleatoriamente los 60 modelos que cumplieran con los criterios de selección.

Se utilizaron los siguientes criterios de selección:

a. Criterios de inclusión:

Modelos de estudio digitales en dentición permanente.

Presencia de todos los dientes permanentes hasta las primeras molares.

No tener restauraciones aparentes al examen visual.

b. Criterios de exclusión:

Modelos de estudio digitales con aparente pérdida de material dentario.

Modelos de estudio digitales post tratamiento de Ortodoncia.

1. Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	TIPO	ESCALA	VALORES
Ancho bicánico	Distancia entre las cúspides de los caninos del mismo maxilar	Medida milimétrica	Cuantitativa	Continua	Milímetros
Ancho bipremolar (1ra)	Distancia entre las cúspides vestibulares de las primeras premolares del mismo maxilar	Medida milimétrica	Cuantitativa	Continua	Milímetros
Ancho bipremolar (2da)	Distancia entre las cúspides vestibulares de las segundas premolares del mismo maxilar	Medida milimétrica	Cuantitativa	Continua	Milímetros
Ancho Bimolar (1ra)	Distancia entre las fosas centrales de los primeros molares del mismo maxilar	Medida milimétrica	Cuantitativa	Continua	Milímetros
Longitud de arco	Distancia perpendicular del punto interincisal a línea recta que pasa de las caras distales de las segundas premolares del mismo maxilar	Medida milimétrica	Cuantitativa	Continua	Milímetros

2. Método y técnicas

2.1 *Método*

Fue observacional en base al software en que se realizaron las medidas y en las impresiones de los modelos digitales.

2.2 *Técnicas y procedimientos*

Se solicitó a “Laboratorio Digital de Ortodoncia 3D (LDO3D)” acceso a su base de datos de modelos digitalizados, indicándoles el objetivo del estudio y registro ante la Universidad Científica del Sur. (Anexo 1)

Una vez obtenida la base de datos se eliminaron aquellos modelos digitales que no cumplieron con los criterios de selección antes descritos. Estos modelos digitales fueron elegidos al azar de manera aleatoria, a través de un muestreo simple. Asignando la mitad de los modelos al maxilar superior y la otra mitad al maxilar inferior.

Luego de escoger los modelos de estudio digitales, se procedió a abrir los archivos con extensión *.OI3D correspondientes en el programa Ortho Insight 3D v7.5884 (MotionView LLC, Chattanooga, Tennessee, EEUU).

Para las impresiones de las imágenes, se ingresó a la opción en el botón “Save” → “capture 2D images” y se escogió las opciones “Printer” y “ABO - 5 views with information on bottom”, con el color blanco de fondo. Se seleccionó como impresora “Microsoft Print to PDF” y se guardó el archivo generado en formato *.PDF con el número de registro del modelo de estudio. Luego, cada archivo fue impreso a través del

programa Adobe Acrobat Reader DC versión 2019.010.20098 (Adobe, San Jose, California, EEUU) en hoja bond tamaño A4 de 80g /m² en una impresora Canon modelo G3100, a colores y escala de tamaño al 100%.

Para evitar sesgo de medición, primero se realizaron las mediciones en las impresiones de modelos en papel. Se marcaron los puntos anatómicos (cúspides de caninos, cúspides vestibulares de premolares, fosas centrales de primeras molares, punto incisal mesial de incisivos centrales y punto distal de segundas premolares), y se midieron los anchos bicanino, bipremolar (primera premolar y segunda premolar), y bimolar con un calíper digital marca Truper modelo CALDI-6MP (Truper Herramientas S.A. de C.V., Estado de México, México) con precisión de 0.01mm. Además, las impresiones fueron trazadas con un portaminas con punta 0.5mm. Para poder medir la longitud de arco, se trazó una línea del punto distal de la segunda premolar derecha al punto distal de la segunda premolar izquierda. Luego se trazó una línea perpendicular a esta línea que pase por el punto interincisal (entre incisivos centrales). Esta última línea fue medida también con el calíper digital. Todos los datos fueron registrados en la ficha de recolección de datos. (Anexo 3)

Se midió un máximo de 10 modelos impresos en papel por día, utilizando luz natural de día.

Para realizar las medidas en los modelos digitales, en cada modelo se hizo clic en la opción de digitalización de dientes (Digitize Teeth) y se determinaron los puntos anatómicos en cada diente: cúspides en caninos, cúspides vestibulares en premolares, cresta marginal distal en segundas premolares, fosas centrales en primeras molares y

punto incisal mesial en incisivos centrales. Una vez detectados los puntos, se reubicaron usando como guía los puntos marcados en los modelos impresos en papel, y fueron guardados, Luego, se procedió a la medición automática de los anchos bicanino, bipremolar (primera premolar y segunda premolar), bimolar (primera molar), y longitud de arco en los modelos superior e inferior de cada paciente mediante la opción de “Model Analysis” en la ventana principal del software (Anexo 4). Las medidas obtenidas tuvieron una precisión de 0.01mm, y fueron registradas en la ficha de recolección de datos. (Anexo 2).

Se midió un máximo de 10 modelos digitales por día.

Las medidas fueron realizadas por un único operador, en este caso el investigador, especialista en Ortodoncia. La confiabilidad intraoperador se obtuvo realizando las mediciones en 20 modelos de la prueba piloto, tanto en los modelos de estudio digitales como en los modelos impresos en papel, en dos oportunidades. Asimismo, se realizaron las pruebas necesarias para determinar el error de método.

3. Análisis estadístico

Como se indicó anteriormente, el tamaño de muestra fue de 60 modelos de estudio, 30 superiores y 30 inferiores.

Se determinó la normalidad de la muestra con la prueba de Shapiro Wilk y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene. Encontrándose que la muestra poseía una distribución normal

Para el análisis de comparación, se realizó la prueba T de Student para muestras pareadas.

Para el análisis de correlación se usó la prueba de correlación de Pearson.

El nivel de significancia estadística fue del 95% ($\alpha = 0.05$).

Los datos fueron procesados a través del programa SPSS 22.

4. Consideraciones éticas

Esta investigación fue enviada al Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur (CIEI-CIENTÍFICA), obteniendo su aprobación con el código de registro 184-2019-POS8.

Para mantener la transparencia de la investigación se debe indicar que el autor del presente estudio es socio de la empresa Laboratorio Digital de Ortodoncia 3D (LDO-3D).

V. RESULTADOS

Al realizar la estadística descriptiva, se observa que las medidas pareadas son muy similares, siendo las medidas realizadas en las impresiones en papel menores que las halladas en los modelos digitales en PC en todos los casos. Las diferencias de las medias en cada una de las mediciones pareadas fueron menores a 0.37mm. En ninguna de las mediciones realizadas, ni tampoco en ninguno de los maxilares, el intervalo máximo para la diferencia entre los dos grupos llega a 0.5mm, encontrando en la diferencia entre las medidas de ancho bimolar (1ra) entre las mediciones en papel y mediciones en PC superior la máxima diferencia de 0.47288mm. (Tabla 1)

Con respecto a las mediciones realizadas de ambos maxilares juntos, se observan los mismos resultados hallados anteriormente. Es posible apreciar que, en todas las medidas, aquellas realizadas en papel son menores que las realizadas en PC. También se observa que el rango máximo para la diferencia se encuentra en el ancho bipremolar (2da) de 0.40mm. (Tabla 2)

En el caso de los resultados obtenidos con la prueba de correlación de Pearson en cada una de las variables se observa una muy alta correlación en cada una de ellas, siendo la más alta, la obtenida en la medición del ancho bicanino (0.999). Esto se traduce en un p menor a 0.001 en todas las mediciones. (Tabla 3)

TABLA 1

Estadísticos de muestras relacionadas

Maxilar	Medición	N	Media	D.E	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia		p
						Inferior	Superior	
Maxilar Superior	Ancho Bicanino en PC	30	34.96	1.92	.22900	.12340	.33460	.000
	Ancho Bicanino en papel	30	34.73	1.85				
	Ancho Bipremolar (1ra) en PC	30	41.04	2.97	.25733	.16461	.35006	.000
	Ancho Bipremolar (1ra) en papel	30	40.79	2.97				
	Ancho Bipremolar (2da) en PC	30	46.23	2.89	.31067	.21961	.40173	.000
	Ancho Bipremolar (2da) en papel	30	45.92	2.91				
	Ancho Bimolar (1ra) en PC	30	46.75	3.43	.36700	.26112	.47288	.000
	Ancho Bimolar (1ra) en papel	30	46.38	3.38				
	Longitud de arco en PC	30	26.97	2.93	.20700	.09685	.31715	.001
	Longitud de arco en papel	30	26.77	2.89				
Maxilar Inferior	Ancho Bicanino en PC	30	26.91	2.50	.28800	.21684	.35916	.000
	Ancho Bicanino en papel	30	26.63	2.50				
	Ancho Bipremolar (1ra) en PC	30	34.79	2.60	.20300	.09140	.31460	.001
	Ancho Bipremolar (1ra) en papel	30	34.58	2.77				
	Ancho Bipremolar (2da) en PC	30	38.61	3.19	.32867	.20224	.45509	.000
	Ancho Bipremolar (2da) en papel	30	38.28	3.21				
	Ancho Bimolar (1ra) en PC	30	41.47	2.83	.29200	.21896	.36504	.000
	Ancho Bimolar (1ra) en papel	30	41.17	2.80				
	Longitud de arco en PC	30	22.56	2.19	.24767	.15283	.34251	.000
	Longitud de arco en papel	30	22.31	2.10				

Prueba T de Student pareada

TABLA 2

Comparación de las mediciones realizadas con los dos métodos

Medición	N	Media	D.E.	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia		p
					Inferior	Superior	
Ancho Bicanino en PC	60	30.94	4.62	0.26	0.20	0.32	<0.001
Ancho Bicanino en papel	60	30.68	4.64				
Ancho Bipremolar (1ra) en PC	60	37.92	4.19	0.23	0.16	0.30	<0.001
Ancho Bipremolar (1ra) en papel	60	37.69	4.23				
Ancho Bipremolar (2da) en PC	60	42.42	4.88	0.32	0.24	0.40	<0.001
Ancho Bipremolar (2da) en papel	60	42.10	4.90				
Ancho Bimolar (1ra) en PC	60	44.11	4.10	0.33	0.27	0.39	<0.001
Ancho Bimolar (1ra) en papel	60	43.78	4.04				
Longitud de arco en PC	60	24.76	3.40	0.22	0.16	0.30	<0.001
Longitud de arco en papel	60	24.54	3.37				

Prueba de T de Student pareada

TABLA 3

Correlaciones entre ambos métodos

Mediciones	N	Correlación	<i>p</i>
Ancho Bicanino en PC y Ancho Bicanino en papel	60	0.999	<0.001
Ancho Bipremolar (1ra) en PC y Ancho Bipremolar (1ra) en papel	60	0.998	<0.001
Ancho Bipremolar (2da) en PC y Ancho Bipremolar (2da) en papel	60	0.998	<0.001
Ancho Bimolar (1ra) en PC y Ancho Bimolar (1ra) en papel	60	0.998	<0.001
Longitud de arco en PC y Longitud de arco en papel	60	0.997	<0.001

Correlación de Pearson

VI. DISCUSIÓN

La literatura reporta la necesidad de mantener la forma, y en lo posible, el perímetro de los arcos durante el tratamiento de Ortodoncia para conseguir estabilidad post tratamiento.

Los modelos de estudio ayudan mucho en la práctica clínica, al servir como guía física en el sillón dental junto al paciente. Sin embargo, como se ha comentado anteriormente, los modelos físicos presentan problemas como la posibilidad de romperse, llenarse de hongos, ocupar un gran volumen físico, difícil organización y almacenaje, y otros problemas. Los modelos de estudio digitales solucionan estos grandes problemas mediante el almacenaje en una computadora. De esta forma no es posible que los modelos se rompan o fracturen, que sean afectados por el clima, ni tampoco ocupan espacio físico. Además, permiten una mejor organización y mayor rapidez para ser encontrados brindando una mayor eficiencia en el consultorio, y permiten ser compartidos más fácilmente con otros dentistas y con los mismos pacientes. Sin embargo, los modelos de estudio digitales también presentan algunos problemas. Uno de ellos es la dificultad para obtener una escala 1:1 con los modelos físicos. Al estar almacenados en una computadora, la única forma de verlos y analizarlos es a través de una pantalla, que no permite tener una escala estable ya que varía mucho dependiendo del tamaño y tipo de monitor, creando dificultad en la práctica clínica, especialmente en el proceso de conformación o individualización de los arcos de cada paciente.(27–32)

El presente estudio a través de la comparación de las medidas obtenidas en los modelos de estudio digitales versus las obtenidas en las mediciones de las impresiones en papel de esos modelos digitales ofrece la opción de tener una guía física y palpable para la conformación e individualización de los arcos de cada paciente por medio de una impresión en papel.

La estabilidad a largo plazo es el principal objetivo en el tratamiento de Ortodoncia. Esta estabilidad se ha relacionado mucho con el objetivo de mantener los anchos y la longitud de los arcos, específicamente los anchos bicanino y anchos bimolar, principalmente en el maxilar inferior. Además, es necesario preservar la forma de los arcos durante el tratamiento para ayudar a obtener una estabilidad final que continúe después del tratamiento. Strang señala que la forma y la posición de los dientes del arco superior es gobernada por la forma del arco inferior y por la posición de sus dientes, y éstas son establecidas por el balance muscular que debe haber en la cavidad oral. Si no es posible mantener estas medidas al alinear los incisivos inferiores, entonces debe indicarse la extracción de dientes. La disminución de estas medidas también ha sido asociada a casos de recidiva post tratamiento. (33–35)

En nuestro estudio encontramos que es posible usar en la práctica clínica junto al sillón una guía impresa a escala real que ayude en la conformación del arco de alambre y así mantener el ancho y la forma de los arcos dentarios, necesarios para una mejor estabilidad del tratamiento.

De la Cruz y colaboradores estudiaron los cambios a largo plazo en el arco dentario antes, al terminar el tratamiento y 10 años después del tratamiento. Ellos encontraron que durante el tratamiento los arcos adquieren una forma más redonda, mientras que al terminar el tratamiento los modelos tienen una forma más triangular. Además, vieron que, a más cambios durante el tratamiento, mayor la tendencia a cambios post retención. Llegaron a la conclusión que la propia forma del arco del paciente pretratamiento es la mejor guía para una mejor estabilidad a futuro. Por este motivo es necesario tener una guía impresa a una escala real clínicamente para la confección individual de los arcos es importante para la práctica. (22)

Durante el tratamiento de Ortodoncia, en la atención clínica es necesario el uso de una representación fácil y fiable de la forma y características de los arcos de cada paciente en forma individual para que el profesional pueda usarlas como guías para la elección de arcos preformados o la conformación e individualización de arcos y de esta forma mantenerlas en la medida de lo posible durante el tratamiento, y obtener estabilidad a través del tiempo. Nuestros resultados muestran que no existe diferencia clínicamente significativa entre ambos métodos, por lo que es posible utilizar los modelos impresos en papel como guía en la práctica clínica.

Felton y colaboradores en 1987 usaron una técnica compleja y larga de digitalización para comparar los arcos pre y post tratamiento, utilizando el polinomio de cuarto grado para determinar la forma de arco y el arco ideal dentro de las 17 formas comerciales de arco usadas en su estudio. Además, la comparación para determinar los arcos fue hecha por segmentos, anterior (incisivos) y posterior, y a pesar de realizar un procedimiento con tantos pasos, encontraron que no hay una forma de arco predominante o universal. (21)

Nuestra investigación utiliza como punto de partida, las imágenes STL obtenidas directamente de los modelos de estudio reales digitalizados con el scanner y software OrthoInsight 3D (Motionview LLC).

Leonardo Tavares y colaboradores verificaron la precisión del uso de diagramas de arcos en modelos de estudio de yeso y formas de arco personalizadas en modelos de estudio digitales, sin embargo, para realizar su estudio debieron hacer un proceso complejo de obtención y ajuste de escala de las imágenes de modelos digitales producidas por el software usado. En

comparación, este estudio propone el uso de una plantilla impresa en papel obtenida directamente del programa usado sin ninguna modificación o necesidad de variación de alguna escala, que podría servir como una guía física en el sillón dental durante la atención del paciente sin necesidad de tener los modelos físicos o intentar conseguir una imagen de tamaño natural en el monitor de la computadora, ya que el programa y la metodología utilizados permite una impresión con una relación muy cercana a 1:1. (13,36,37)

En la presente investigación, todas las mediciones realizadas, en los modelos digitales en PC fueron mayores que la de los modelos impresos en papel, sin embargo, la diferencia más grande entre ambos métodos fue de solo 0,367mm (ancho bimolar). La prueba T de Student para muestras pareadas encontró diferencias estadísticamente significativas en todos los pares de mediciones realizados. Sin embargo, al ser las diferencias de las distintas medidas tomadas menores a 0.4mm, estas no son clínicamente significativas. El Sistema Objetivo de Calificación del American Board of Orthodontists (ABO) considera que las desviaciones o variaciones que sean menores a 0,5mm para alineamiento son consideradas aceptables clínicamente. Morris y colaboradores consideran que esta diferencia puede ser extrapolada al momento de comparar dos métodos de medición, por lo que consideramos que las diferencias no tienen implicancia clínica en este estudio. (3,15,38)

Alana Tavares y colaboradores realizaron un estudio muy similar al nuestro, comparando las mediciones realizadas en modelos físicos, modelos digitales y modelos impresos en papel. Ellos no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los modelos físicos y los modelos digitales. Debido a estos resultados y a los encontrados en diferentes estudios que comparan las medidas obtenidas entre modelos de yeso y modelos digitales, y a diversas

revisiones sistemáticas que tampoco hallaron diferencias estadística ni clínicamente significativas entre ambas mediciones y que incluso sugieren que los modelos de estudio digitales pueden ser considerados el nuevo “gold standard”, y además de la dificultad de conseguir los modelos físicos de la base de datos utilizada, es que en este estudio se consideró que no era necesario utilizar los modelos físicos de yeso. (9,10,15,39)

Con respecto a los modelos impresos en papel, Tavares y colaboradores encontraron diferencias estadísticamente significativas con los otros dos tipos de modelos. Sin embargo, las diferencias promedio encontradas de 0.38mm, 0.58mm y -0.52mm para el ancho bicanino, ancho bimolar y longitud de arco respectivamente, fueron consideradas clínicamente despreciables. Estos hallazgos son similares a los hallados en el presente estudio, con la única diferencia en la longitud de arco, en la que ellos hallaron una medida mayor en los modelos impresos en papel. Las diferencias halladas en este estudio fueron incluso menores que estas últimas. (15)

VII. CONCLUSIONES

Este estudio concluye que existe una alta correlación entre las medidas obtenidas manualmente en los modelos impresos en papel y las medidas obtenidas digitalmente en computadora de los mismos.

Además, no existen diferencias clínicas entre las mediciones obtenidas en modelos digitales y las medidas obtenidas en los mismos modelos impresos en papel.

Finalmente, los modelos digitales impresos en papel pueden ser usados en la práctica clínica como ayuda para determinar medidas, realizar comprobaciones o para conformación de arcos

individualizados en el sillón sin la necesidad de procesos largos, complejos ni de ajustes de escalas.

VIII. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Ampliar los estudios para la validación clínica del uso de modelos digitales impresos en papel.

Los estudios adicionales podrían validar el uso de los modelos impresos en papel.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Han UK, Vig KWL, Weintraub JA, Vig PS, Kowalski CJ. Consistency of orthodontic treatment decisions relative to diagnostic records. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1991;100(3):212–9.
2. Kesling HD. The diagnostic setup with consideration of the third dimension. *Am J Orthod.* 1956;42(10):740–8.
3. Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;124(1):101–5.
4. Rheude B, Sadowsky PL, Ferriera A, Jacobson A. An Evaluation of the Use of Digital Study Models in Orthodontic Diagnosis and Treatment Planning. *Angle Orthod.* 2005;75(3):300–4.
5. Barreto MS, Faber J, Vogel CJ, Araujo TM. Reliability of digital orthodontic setups. *Angle Orthod.* 2016;86(2):255–9.
6. Stevens DR, Flores-Mir C, Nebbe B, Raboud DW, Heo G, Major PW. Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: Comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;129(6):794–803.
7. Marcel TJ. Three-dimensional on-screen virtual models. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2001;119(6):666–8.
8. Whetten JL, Williamson PC, Heo G, Varnhagen C, Major PW. Variations in orthodontic treatment planning decisions of Class II patients between virtual 3-dimensional models and traditional plaster study models. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;130(4):485–91.

9. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;149(2):161–70.
10. Canto GDL, Pach C, Major PW. Intra-arch dimensional measurement validity of laser-scanned digital dental models compared with the original plaster models : a systematic review. *Orthod Craniofacial Res.* 2015;18(December 2014):65–76.
11. Kim J, Lagravère MO. Accuracy of bolton analysis measured in laser scanned digital models compared with plaster models (Gold standard) and cone-beam computer tomography images. *Korean J Orthod.* 2016;46(1):13–9.
12. Kim J, Heo G, Lagravère MO. Accuracy of laser-scanned models compared to plaster models and cone-beam computed tomography. *Angle Orthod [Internet].* 2014 May;84(3):443–50. Available from: <http://www.angle.org/doi/10.2319/051213-365.1>
13. Camardella LT, Sá M da SB, Guimarães LC, Vilella B de S, Vilella O de V. Agreement in the determination of preformed wire shape templates on plaster models and customized digital arch form diagrams on digital models. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2018;153(3):377–86.
14. Ferris AA. Accuracy of Ortho Insight 3D Digital Scanner in Mesial-Distal Tooth Measurements. *ProQuest Diss Theses [Internet].* 2012;64. Available from: http://search.proquest.com/docview/1115017230?accountid=14511%5Cnhttp://sfx.ucl.ac.uk/sfx_local?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:dissertation&genre=dissertations+&+theses&id=ProQ:ProQuest+Dissertations+&+Theses+Global&atitle=&title=Ac
15. Tavares A, Braga E, Araújo TM De. Digital models : How can dental arch form be verified chairside ? 2017;22(6):68–73.

16. Rosseto MC, Palma F, Ferreira RI, Pinzan A, Vellini-Ferreira F. Comparative study of dental arch width in plaster models, photocopies and digitized images *Orthodontics*. *Orthod Braz Oral Res* [Internet]. 2009;23(2):190–5. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/bor/v23n2/16.pdf>
17. Mayers M, Firestone AR, Rashid R, Vig KWL. Comparison of peer assessment rating (PAR) index scores of plaster and computer-based digital models. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2005;128(4):431–4.
18. Joffe L. Current Products and Practices OrthoCAD™: digital models for a digital era. *J Orthod* [Internet]. 2004 Dec 16;31(4):344–7. Available from: [internal-pdf:/OrthoCAD™ digital models for a digital era.pdf](internal-pdf:/OrthoCADTM%20digital%20models%20for%20a%20digital%20era.pdf)
19. Gorucu-Coskuner H, Atik E, Kocadereli I. Effects of Three Different Orthodontic Treatment Methods on the Stability of Mandibular Incisor Alignment. *J Clin Pediatr Dent* [Internet]. 2017;41(6):486–93. Available from: <http://jocpd.org/doi/10.17796/1053-4628-41.6.13>
20. Bourzgui F, Khribchi A, Rachdy Z, Housbane S, Othmani MB. Evaluation of arch forms depending on the angle classification. *Int Orthod* [Internet]. 2016;14(4):528–36. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ortho.2016.10.017>
21. Felton JM, Sinclair PM, Jones DL, Alexander RG. A computerized analysis of the shape and stability of mandibular arch form. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1987;92(6):478–83.
22. de la Cruz A, Sampson P, Little RM, Artun J, Shapiro PA. Long-term changes in arch form after orthodontic treatment and retention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995 May;107(5):518–30.
23. Champagne M. Reliability of measurements from photocopies of study models. *J Clin*

- Orthod. 1992;26(10):648–50.
24. Labajo E, Perea B, Sánchez JA. Evaluación del método de fotocopias de modelos para el estudio antropométrico de la arcada dental. *Ortod Esp.* 2004;44(4):279–83.
 25. Paranhos LR, Andrews WA, Jóias RP, Bérzin F, Júnior ED, Triviño T. Dental arch morphology in normal occlusions. *Brazilian J Oral Sci.* 2011;10(1):65–8.
 26. Nouri M, Asefi S, Akbarzadeh Baghban A, Ahmadvand M, Shamsa M. Objective vs subjective analyses of arch form and preformed archwire selection. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;149(4):543–54.
 27. Jiménez-Gayosso SI, Lara-Carrillo E, López-González S, Medina-Solís CE, Scougall-Vilchis RJ, Hernández-Martínez CT, et al. Difference between manual and digital measurements of dental arches of orthodontic patients. *Med (United States).* 2018;97(22):1–5.
 28. Verma R, Singh S, Verma S, Kumar V, Bhupali N, Arora S. Comparison of reliability, validity, and accuracy of linear measurements made on pre- and posttreatment digital study models with conventional plaster study models. *J Orthod Sci [Internet].* 2019;8(1):18. Available from: <http://www.jorthodsci.org/text.asp?2019/8/1/18/268605>
 29. Gül Amuk N, Karsli E, Kurt G. Comparison of dental measurements between conventional plaster models, digital models obtained by impression scanning and plaster model scanning. *Int Orthod [Internet].* 2019;17(1):151–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2019.01.014>
 30. Costalos PA, Sarraf K, Cangialosi TJ, Efstratiadis S. Evaluation of the accuracy of digital model analysis for the American Board of Orthodontics objective grading system for dental casts. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2005;128(5):624–9.
 31. Leung CYV, Yang Y, Liao C, Hägg U, Wong RWK, McGrath C, et al. Digital Models

- as an Alternative to Plaster Casts in Assessment of Orthodontic Treatment Outcomes. *Sci World J.* 2018;2018.
32. Pachêco-Pereira C, De Luca Canto G, Major PW, Flores-Mir C. Variation of orthodontic treatment decision-making based on dental model type: A systematic review. *Angle Orthod.* 2015;85(3):501–9.
 33. Little RM. Stability and relapse of mandibular anterior alignment: University of Washington studies. *Semin Orthod.* 1999;5(3):191–204.
 34. Glenn G, Sinclair PM, Alexander RG. Nonextraction orthodontic therapy: Posttreatment dental and skeletal stability. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1987;92(4):321–8.
 35. Strang RHW. The Fallacy of Denture Expansion As a Treatment Procedure. Vol. 19, *Angle Orthodontist.* 1949. p. 12–22.
 36. Haddadpour S, Motamedian SR, Behnaz M, Asefi S, Bagheban AA, Abdi AH, et al. Agreement of the clinician's choice of archwire selection on conventional and virtual models. *Angle Orthod.* 2019;89(4):597–604.
 37. Triviño T, Siqueira DF, Scanavini MA. A new concept of mandibular dental arch forms with normal occlusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133(1):10.e15-10.e22.
 38. Morris RS, Hoyer LN, Elnagar MH, Atsawasuwon P, Galang-boquiren MT, Caplin J, et al. Accuracy of Dental Monitoring 3D digital dental models using photograph and video mode. *Am J Orthod Dentofac Orthop [Internet].* 156(3):420–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.02.014>
 39. Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: A systematic review. *Orthod Craniofac Res.*

2011;14(1):1–16.

x. ANEXOS

ANEXO 1**SOLICITO AUTORIZACION PARA USO DE MODELOS DIGITALES**

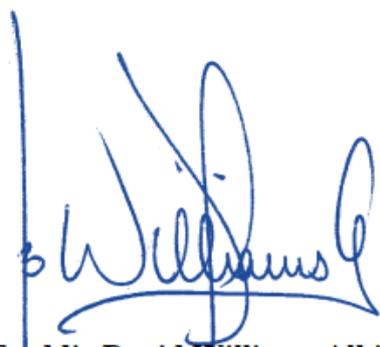
Dr. Freddie Williams Díaz
Gerente General
Laboratorio Digital de Ortodoncia-3D (LDO-3D)
WILAL SAC
PRESENTE:

Estimado Doctor Williams:

Me es grato dirigirme a usted. Yo, Freddie David Williams Albites identificado con DNI 40513229, alumno de la Maestría en Estomatología de la Universidad Científica del Sur, solicito su autorización para hacer uso de los archivos de modelos de estudio digitales que se encuentran en su base de datos. Estos servirán para realizar la investigación titulada “Comparación y correlación de medidas realizadas en modelos de estudios digitales versus impresiones de modelos de estudio digitales en papel.”.

Por tanto, agradezco su atención a la presente y le hago saber mi muestra de consideración y estima personal.

Atentamente



Freddie David Williams Albites
Alumno
Maestría en Estomatología
Universidad Científica del Sur



Lima, 20 de abril de 2019

Doctor Freddie David Williams Albites
Alumno
Maestría en Estomatología
Universidad Científica del Sur
PRESENTE

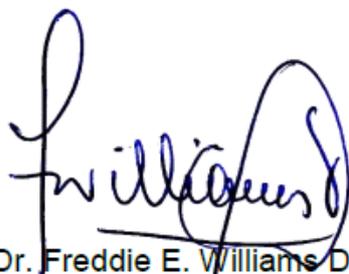
Estimado Doctor Williams,

Nos es grato saludarlo y a la vez indicarle que luego de recibir su solicitud, le estaremos brindando acceso a los archivos de modelos de estudio digitales que requiere su investigación.

Para proteger la confidencialidad de los pacientes, se le hará llegar la información de manera anónima, es decir, los modelos de estudio estarán codificados con un número, sin el nombre de la persona a quien pertenecen. Se le harán llegar los archivos además de una lista en formato Excel para que pueda tener los datos como fecha de nacimiento, sexo, y fecha de toma de los modelos si los considera necesarios.

Quedamos a sus órdenes para cualquier información que considere necesaria.

Atentamente,



Dr. Freddie E. Williams Díaz
Gerente General
Laboratorio Digital de Ortodoncia 3D
ldo_3d@outlook.com

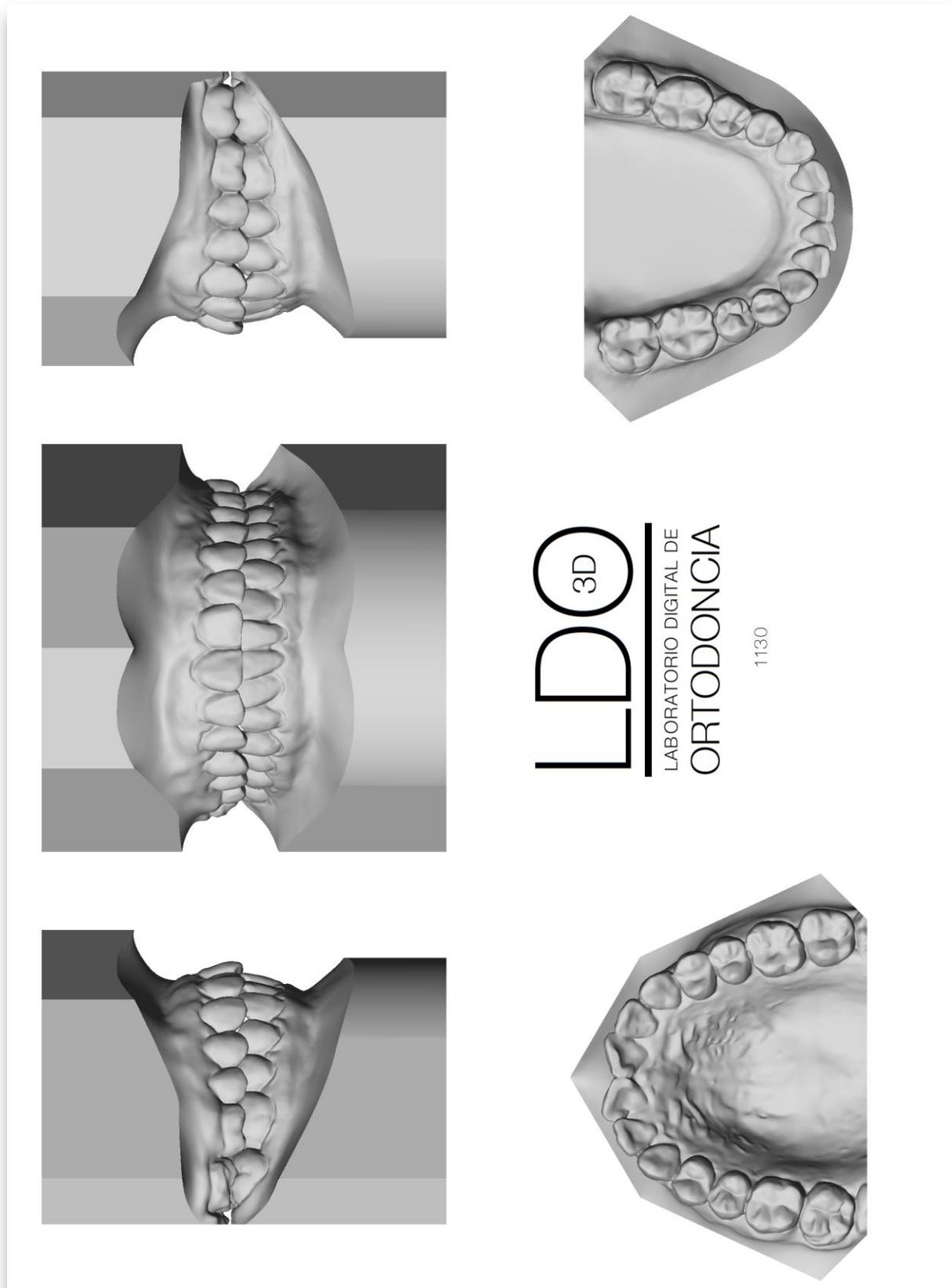
ANEXO 2
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

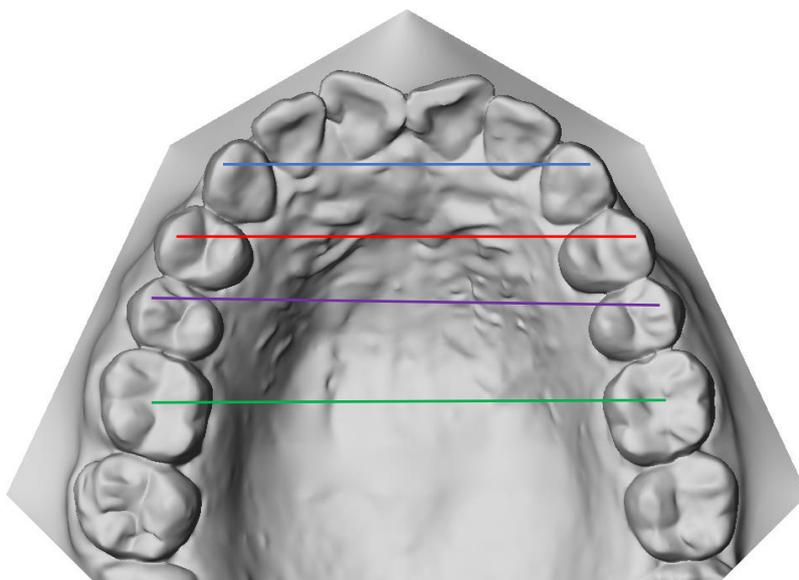
PACIENTE NÚMERO: _____

MAXILAR: _____

MEDICIONES	
MEDICIONES EN PC – en mm (modelos digitales en PC)	MEDICIONES EN PAPEL – en mm (impresiones en tinta de modelos digitales)
Ancho bicanino	Ancho bicanino
Ancho bipremolar (1ra)	Ancho bipremolar (1ra)
Ancho bipremolar (2da)	Ancho bipremolar (2da)
Ancho bimolar	Ancho bimolar
Longitud de arco	Longitud de arco

ANEXO 3



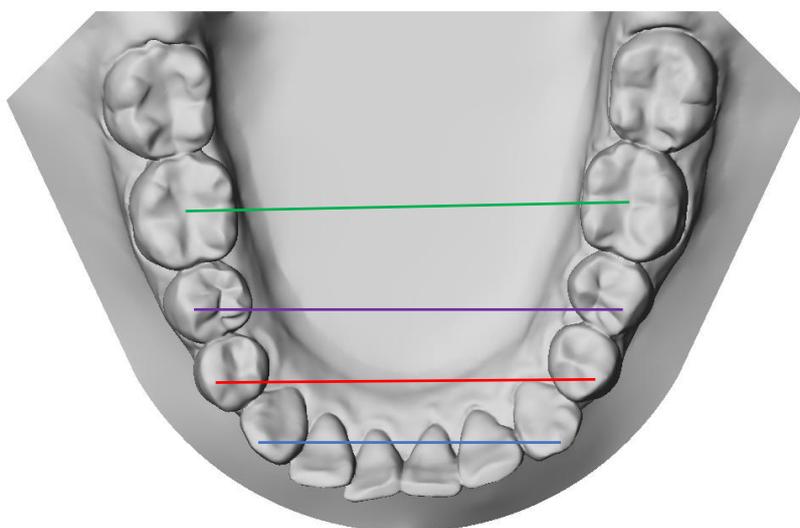


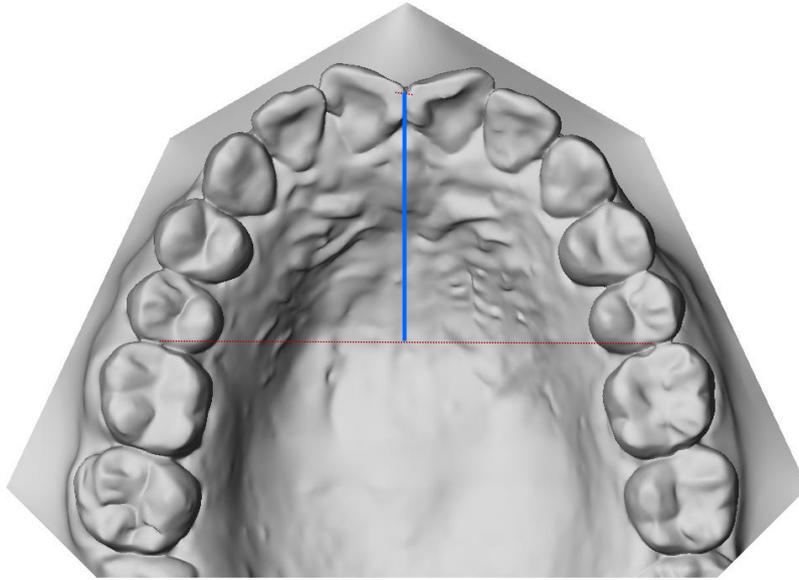
Ancho bicanino

Ancho Bipremolar (1ra)

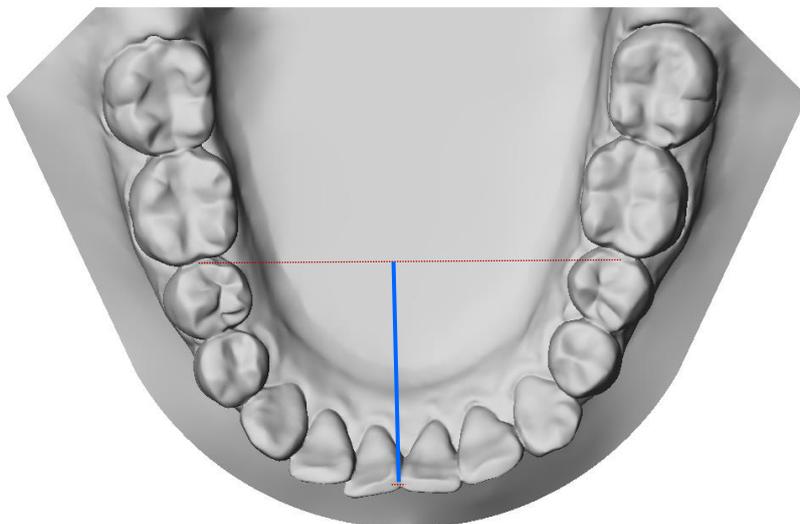
Ancho bipremolar (2da)

Ancho bimolar (1ra)

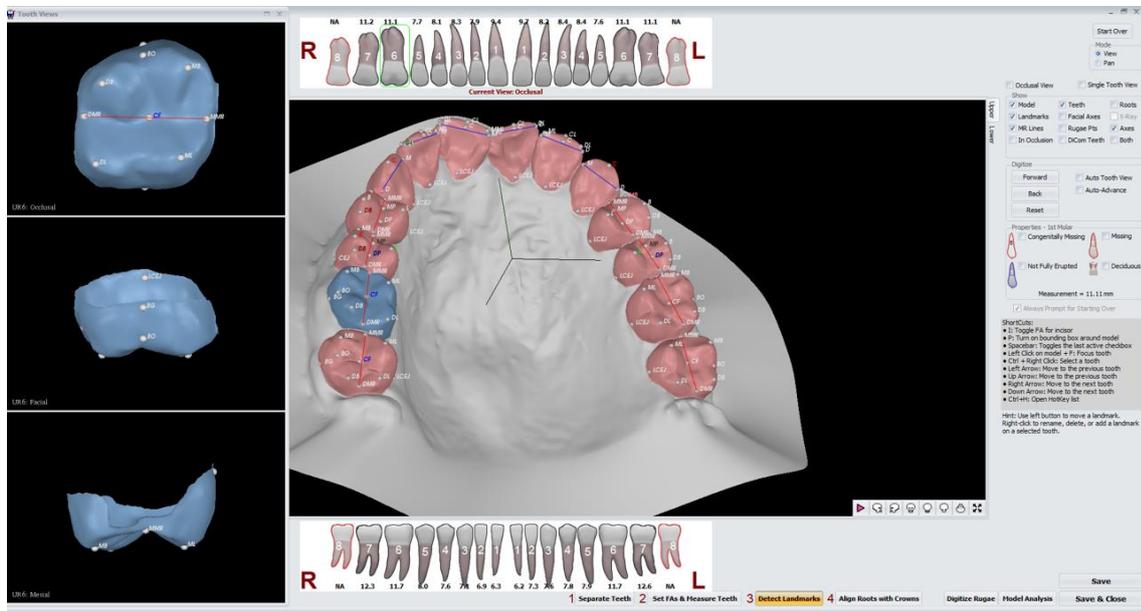
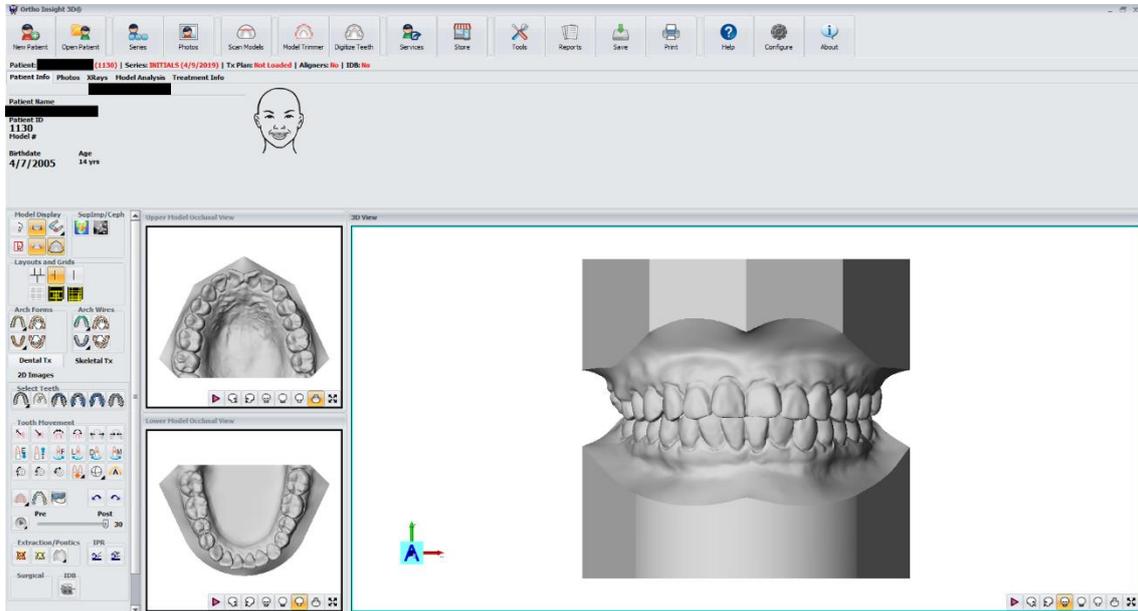


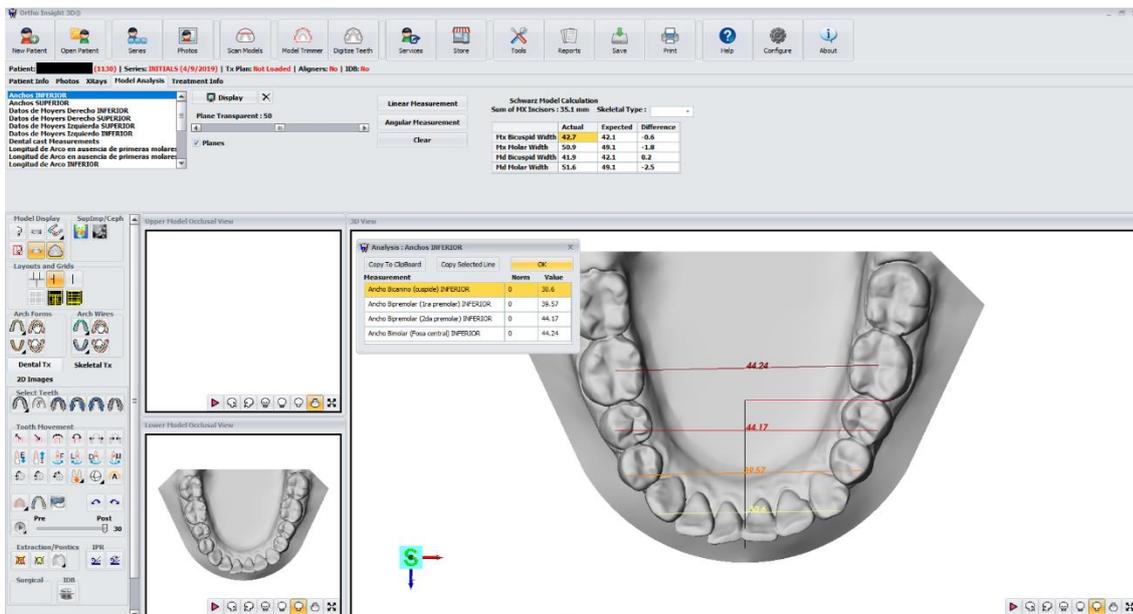
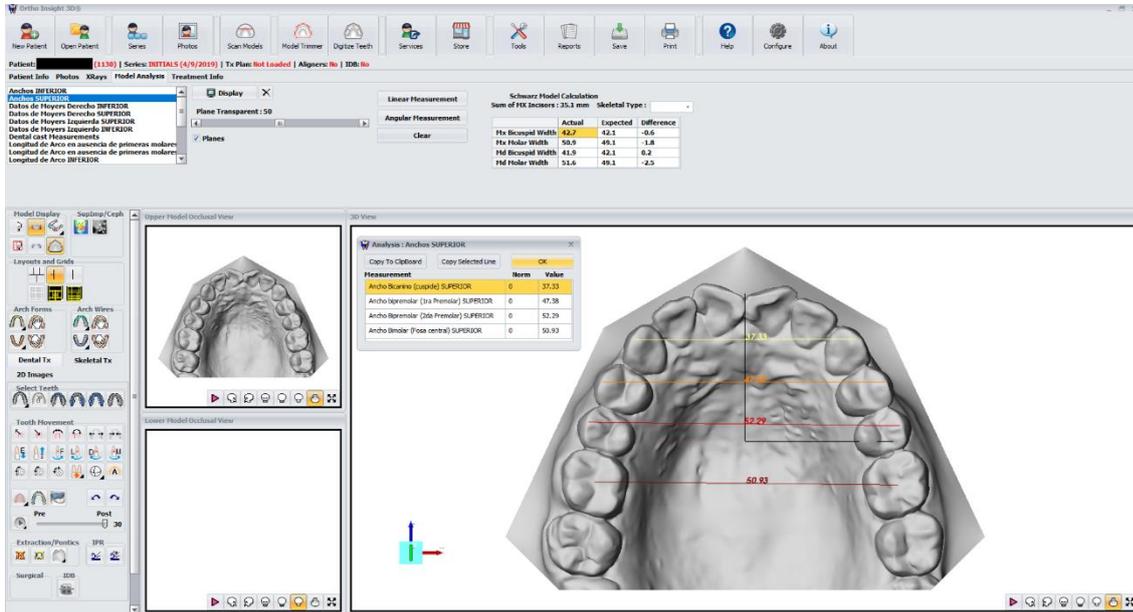


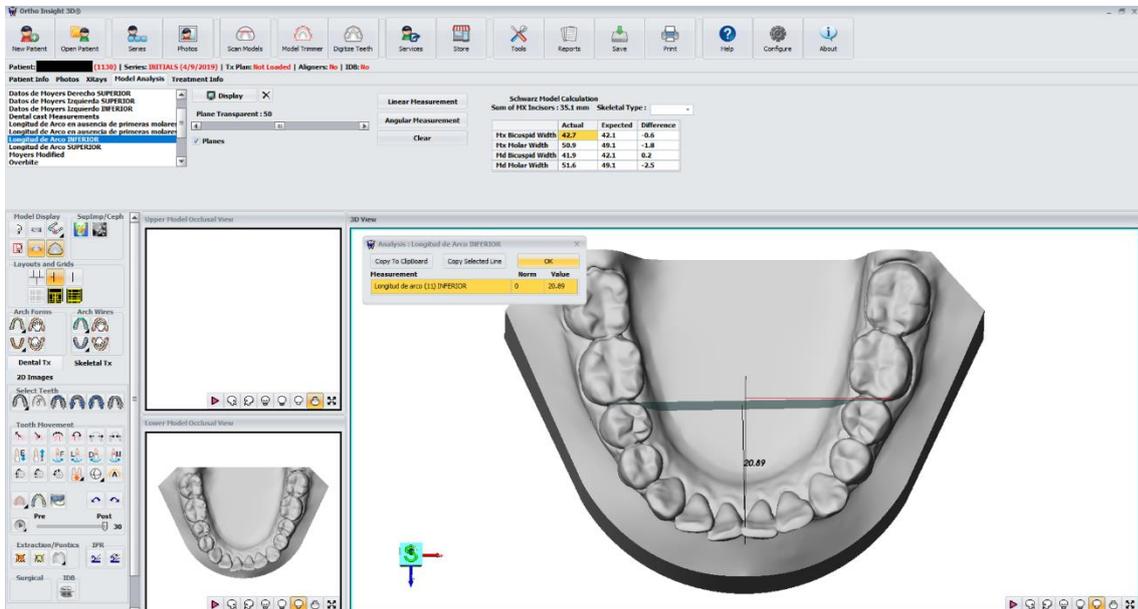
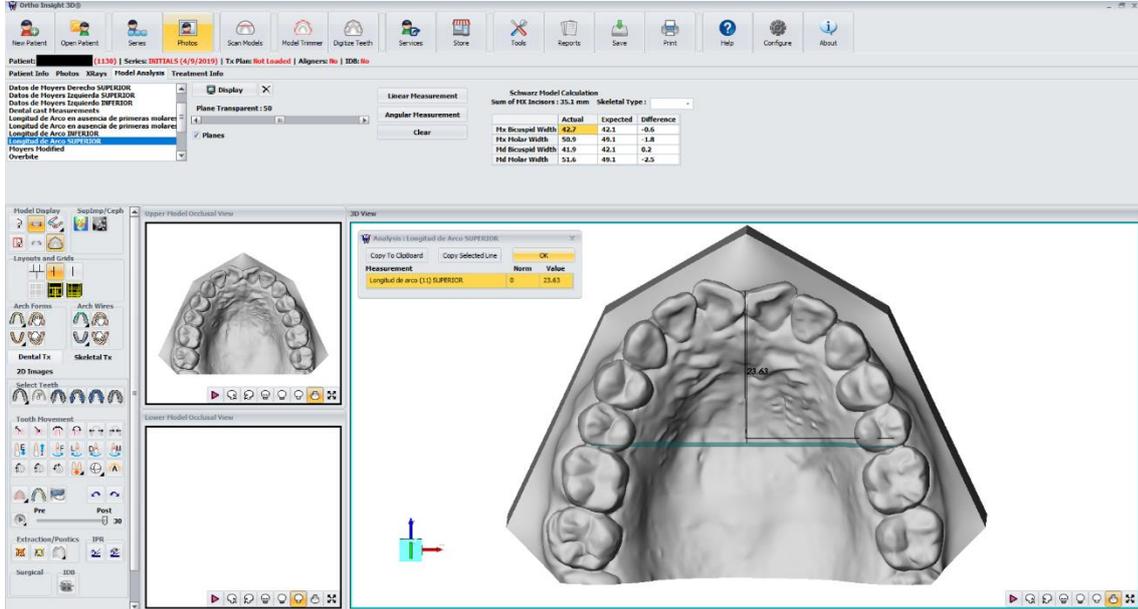
Longitud de Arco



ANEXO 4







ANEXO 5

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN



CONSTANCIA N° 227-CIEI-CIENTÍFICA-2019

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur (CIEI-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido **aprobado** por el CIEI-CIENTÍFICA.

Código de registro: **184-2019-POS8**

Título: **Comparación y correlación de medidas realizadas en modelos de estudio digitales versus impresiones de modelos de estudio digitales en papel**

Investigador(a): **Freddie David Williams Albites**

La aprobación del proyecto de investigación implica que el documento presentado a evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de investigación y ética, los cuales se sustentan en la normativa internacional vigente.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (**hasta el 11 de mayo del 2021**), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada.

Villa El Salvador, 12 de noviembre de 2019




Méd. Fernando M. Runzer Colmenares
Presidente
Comité Institucional de Ética en Investigación