

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA LA AUTOMATIZACION DE
PUNTOS CRANEOMETRICOS EN VOLUMETRIA CRANEOFACIAL: UN
ESTUDIO PILOTO**

AUTORES

**MARLY YANET ORTIZ ZAMBRANO
POSTGRADO DE ORTODONCIA**

DIRECTOR

JUAN FERNANDO ARISTIZABAL

ASESORES

**SANTIAGO HERRERA
CARLOS MARTINEZ**

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE SALUD - ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

SEDE

SANTIAGO DE CALI

AÑO

SEPTIEMBRE DEL 2024

RESUMEN:

Localizar manualmente los puntos de referencia craneométricos es un proceso lento, que requiere mucho tiempo y es propenso a errores. Usando la inteligencia artificial (IA), el aprendizaje automático, y la técnica de registro de imágenes es posible obtener la automatización de puntos de referencia en la volumetría 3D.

Objetivo: Desarrollar una herramienta para la automatización de puntos craneométricos a partir del registro de imágenes proporcionadas por la tomografía computarizada cone beam.

Método del estudio: Estudio piloto que parte del registro de imágenes DICOM de un conjunto de tomografías computarizadas cone beam (CBCT) llevadas a un proceso de transformación para la creación de un template y posterior identificación y ubicación automática de puntos craneométricos.

Resultados: Para evaluar la concordancia entre el método manual y el automatizado, se utilizó el coeficiente de correlación intraclase (CCI). El CCI para la coordenada X fue alto, mostrando una excelente concordancia en la mayoría de los puntos. El CCI para la coordenada Y fue muy similar a la coordenada X, con valores de CCI altos. La coordenada Z muestra valores altos de concordancia, aunque algunos puntos presentaron valores de CCI muy bajos como fosa izquierda, canino superior izquierdo, infraorbitario izquierdo, condilium derecho e izquierdo, y base mandibular derecha e izquierda, lo que sugiere alta variabilidad en la automatización para esta coordenada.

Conclusiones: En este estudio piloto, se logro desarrollar el modelo inicial para la automatización de puntos craneométricos en volumetria 3D. La mayoría de puntos craneométricos mostraron una excelente concordancia entre las coordenadas X y Y registradas de forma manual y automatizada en el modelo. Respecto a la coordenada Z, aunque mostró alta concordancia en varios puntos, algunos de ellos mostraron valores muy bajos de concordancia. Lo que sugiere la necesidad de

aplicar un ajuste o refinamiento al modelo, optimizando la alineación y correspondencia para mejorar la concordancia de esos puntos en la coordenada Z.

Palabras clave: Tomografía computarizada cone beam, puntos craneométricos, registro de imágenes, transformación lineal, transformación no lineal, algoritmo, aprendizaje automático.

1. INTRODUCCION

La localización manual de puntos de referencia cefalométricos es un enfoque que requiere mucho tiempo, trabajo, y experiencia del clínico; esto puede dar lugar a errores en el momento del diagnóstico(1). Estudios recientes demuestran logros destacados en la detección de puntos de referencia mediante métodos de Inteligencia Artificial (IA), especialmente utilizando el aprendizaje automático, siendo un campo de la IA que se centra en el desarrollo de técnicas que permiten a las computadoras aprender a partir de datos, sin ser explícitamente programadas para cada tarea específica (2). En lugar de seguir instrucciones específicas, los algoritmos de aprendizaje automático utilizan modelos matemáticos para aprender patrones y realizar predicciones basadas en esos patrones. Además, tiene la capacidad de entrenar un modelo para hacer predicciones precisas sobre datos nuevos o no vistos. Los nuevos algoritmos que evolucionan rápidamente han permitido mayor precisión, confiabilidad y eficiencia en una amplia gama de aplicaciones como reconocimiento de objetos, detecciones de imágenes, detección de puntos de referencia que han permitido su uso en la práctica clínica (3). En un ámbito en constante evolución de la visión por computadora, las imágenes médicas abren un mundo de posibilidades, ya que permiten el análisis de la correspondencia entre ellas, brindando la capacidad de transferir información. Por lo tanto, en el campo de las imágenes médicas y la visión por computadora, la tarea de calcular y alinear correspondencias entre diferentes imágenes se denomina registro de imágenes. El registro de imágenes es una técnica muy conocida en el procesamiento de imágenes digitales que busca la transformación geométrica que, aplicada a una imagen en movimiento, obtiene un mapa uno a uno

con una imagen objetivo. Dadas dos o más imágenes, los algoritmos de registro de imágenes utilizan características de la imagen, como intensidades o estructuras de la imagen, para encontrar una transformación que alinee mejor las correspondencias entre ellas. Para determinar los parámetros de transformación, se utiliza una función objetivo o métrica de similitud para cuantificar qué tan bien se alinea la imagen de origen con la imagen de destino después de aplicar la transformación. El algoritmo generalmente se define por dos partes: el tipo de transformación que se permite realizar en la imagen en movimiento (el modelo de transformación) y una definición de buena alineación (la función de costo de similitud) entre las imágenes. El algoritmo suele ser iterativo, donde en el contexto del registro de imágenes médicas es un método que ajusta repetidamente una serie de parámetros para alinear dos o más imágenes de forma óptima, estos algoritmos son fundamentales en el registro de imágenes médicas debido a la complejidad y variabilidad de los datos médicos, permitiendo una alineación precisa y robusta que es crítica para diagnósticos y tratamientos precisos (4). Teniendo en cuenta que estos algoritmos requieren menos tiempo para detectar objetos y mayor eficiencia computacional son de interés para ser utilizados en la automatización de puntos craneométricos y proporcionar un conjunto de datos para entrenarse a partir de imágenes dicom del CBCT que permitan lograr construir una data lo suficientemente robusta que permita lograr un modelo entrenado para hacer predicciones precisas sobre datos nuevos o no vistos, que permita ser llevado de forma efectiva para un análisis cefalométrico en volumetría 3D y así poder reducir el tiempo que implica este análisis y llegar a un diagnóstico del paciente de forma adecuada y más efectiva.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN:

Desde la introducción de la cefalometría por Broadbent en 1931, esta técnica ha sido fundamental para el diagnóstico de maloclusiones, el estudio del crecimiento craneofacial y la evaluación de los tratamientos. El cefalograma lateral se ha utilizado para medir estructuras anatómicas craneofaciales localizando diferentes

puntos de referencia, obteniendo medias lineales y angulares, para llegar a un diagnóstico en cada paciente. (3) Sin embargo, la identificación y localización manual de los puntos de referencia cefalométricos es un proceso que demanda considerable experiencia y tiempo, además de estar sujeto a variaciones entre operadores, lo que pueden derivar en diagnósticos tardíos. Por lo tanto, la detección automática de puntos asistida por computador, se ha convertido en una necesidad imperiosa en ortodoncia.(5)

A mediados de la década de 1980 se introdujeron los primeros métodos automatizados para la identificación de puntos de referencia, y desde entonces se han propuesto numerosos enfoques basados en inteligencia artificial (IA). No obstante, muchos de estos enfoques iniciales no alcanzaron la precisión necesaria para su aplicación clínica. (4). Leonardi *et al*, postulan que la detección automatizada de puntos de referencia para el análisis cefalométrico ha sido un enfoque central para superar los desafíos asociados con la ubicación y precisión de estos. La aplicación de la IA y sus subcampos como el aprendizaje automático, han demostrado ser una herramienta extraordinariamente útil para apoyar estos desafíos, sino también en el diagnóstico, planificación y seguimiento de los tratamientos de ortodoncia.

Los enfoques para la identificación de puntos de referencia automatizados han mostrado una mejora significativa y se ha prestado atención al subcampo de la IA como es el aprendizaje automático. El aprendizaje automático aplicado al registro de imágenes propone algoritmos matemáticos, permitiendo obtener un modelo lo suficientemente entrenado con grandes conjuntos de datos para aprender transformaciones necesarias. Este enfoque es deseable en el análisis cefalométrico porque permite obtener un modelo robusto para la detección automática de puntos de referencia, mejorando su la ubicación y precisión (6).

El registro de imágenes, es una técnica que alinea espacial o temporalmente diferentes imágenes, utiliza transformaciones geométricas para encontrar correspondencia entre ellas ; este proceso implica la identificación de características comunes entre dos o más imágenes y la aplicación de transformaciones

matemáticas para alinearlas de la mejor manera posible. La correspondencia entre características importantes o anatomía análoga en imágenes médicas es esencial para el análisis de enfermedades y el diagnóstico. Conocer las correspondencias entre ubicaciones espaciales permite realizar comparaciones entre estructuras anatómicas específicas en las imágenes; esas correspondencias entre ellas también brindan la capacidad de transferir información. Este proceso utiliza algoritmos que emplean características como intensidades y estructuras para encontrar una transformación matemática que asigne puntos en una imagen de origen a sus correspondientes en una imagen de destino. El objetivo principal de estos algoritmos es transformar una imagen en movimiento para alinearla espacial o temporalmente con una imagen fija. Generalmente, estos algoritmos son iterativos y cuentan con un optimizador que ajusta la transformación para minimizar el costo de similitud, cuantificando así qué tan bien se alinean las imágenes transformadas. Esta iteración permite al algoritmo estimar transformaciones cada vez más precisas en cada ciclo.

El registro de imágenes utiliza grandes conjuntos de datos de imágenes fijas y móviles con sus transformaciones correspondientes. Estos datos entrenan un modelo para aprender parámetros de transformación basados en las características descubiertas durante el entrenamiento. Este enfoque es ideal para desarrollar un algoritmo que permita obtener un modelo robusto logrando que la detección automática de puntos de referencia sea más preciso en la volumetría 3D, deseable para el análisis cefalométrico y pueda ser aplicado en la práctica clínica ortodóncica, permitiendo optimizar el tiempo de entrega de un adecuado diagnóstico a los pacientes. (3).

2.1.1 Objetivo General:

Desarrollar una herramienta para la automatización de puntos craneométricos a partir del registro de imágenes proporcionadas por la tomografía computarizada cone beam.

2.1.2 Objetivo Específico:

Construir un modelo inicial a partir de un conjunto de imágenes de la CBCT para la ubicación automatizada de puntos craneométricos.

3. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE

La cefalometría es una herramienta diagnóstica que ha sido ampliamente utilizada para el análisis del crecimiento craneofacial y sus variaciones a la norma. Fue implementada por Horfrath en Alemania y Broadbet en Estados Unidos, en el año de 1934, quienes reconocieron su valor clínico al poder analizar las estructuras craneofaciales. (7) El cefalograma lateral desde ese entonces se ha utilizado para trazar diferentes estructuras anatómicas y localizar puntos de referencia para obtener unas medidas y llegar a un diagnóstico en cada paciente.(3) La identificación y ubicación de los puntos de referencia en el análisis cefalométrico es una tarea que requiere mucho tiempo, trabajo, y experticia, además las altas variaciones entre operadores en el trazado de puntos son problemas que pueden conducir a errores no solo en el diagnóstico si no en la planificación del tratamiento (5). Por lo tanto, el análisis y la interpretación óptima de los registros de ortodoncia es fundamental. Es conveniente construir un marco confiable y reproducible que pueda ubicar puntos de referencia con precisión y poder realizar las mediciones requeridas dentro de un tiempo aceptable que permita al ortodoncista determinar un adecuado diagnóstico.(3) Un determinante importante para la calidad del diagnóstico ha sido la evolución de las imágenes diagnósticas en torno a la autoidentificación de puntos de referencia anatómicos utilizados en cefalogramas laterales 2D. (4)

En los últimos 20 años estos cambios han permitido pasar de la valoración bidimensional de las estructuras de interés a la valoración tridimensional(3). Con la llegada de la Cone Beam Computed Tomography (CBCT), se ha intentado realizar el análisis cefalométrico en imágenes 3D, lo que genera altas expectativas para la ortodoncia y se ha encaminado en la adopción de la CBCT como la ayuda diagnóstica de elección, ya que nos permite una visualización en los tres planos del espacio de estructuras tridimensionales y mejor definición de sus límites; pero se

continúa utilizando los puntos de referencia que fueron establecidos para una imagen radiológica bidimensional (2D).

3.1 Cone Beam Computed Tomography (CBCT)

La CBCT introducida en los años 90, para el registro de las estructuras dentales y craneofaciales, es una técnica innovadora para la digitalización de imágenes y reconstrucción volumétrica. (8) El volumen tridimensional de los datos es adquirido en el curso de un solo barrido del escáner, usando una simple y directa relación entre sensor 2D y fuente de radiación que rotan sincrónicamente alrededor de la cabeza del paciente. Dependiendo del tipo de escáner utilizado, la fuente de rayos X y el detector rotan entre 180 y 360 grados alrededor de la cabeza del paciente. El haz del rayo es de forma cónica y obtiene un volumen de datos cilíndrico o esférico, descrito como Field of View (FOV). Los tiempos de adquisición con CBCT varían entre 10 y 40 sc en función del tipo de escáner utilizado y de los parámetros de exposición seleccionados. Las imágenes 3D están constituidas por voxeles en lugar de píxeles que son los que determinan las imágenes digitales 2D. Los voxeles en la CBCT son isotrópicos (iguales en longitud, altura y profundidad), lo que permite mediciones geométricamente precisas para los datos de CBCT en cualquier plano. Las imágenes se pueden visualizar en los tres planos ortogonales: axial, sagital y coronal en una única pantalla, permitiendo al clínico una visión tridimensional real del área de interés. (8) La CBCT emite mayor radiación (87 a 206 mSv) al compararla con la dosis emitida por una radiografía panorámica o lateral de cráneo. Pero al considerar que a un paciente al cual se le hace una evaluación integral, además de solicitarle una radiografía panorámica (14.2 – 24.3 mSv) y lateral de cráneo (10.4 mSv), se le puede adicionar un juego de radiografías periapicales (13-100 mSv), una radiografía de ATM y más; al final la suma de la radiación de todas las imágenes solicitadas, no va a valer el costo biológico por la calidad de información obtenida. (9) Considerando que la imagen tomográfica tridimensional ofrece mayor calidad de visualización de las estructuras dentales, esqueléticas y de tejidos blandos sería una ventaja trasladar el análisis

cefalométrico a la CBCT, y lograr una adecuada automatización de los puntos de referencia cefalométricos a partir de imágenes de CBCT.(6)

3.2 Aprendizaje automático y Registro de imágenes

Desde la primera introducción de un método automatizado de identificación de puntos de referencia a mediados de la década de 1980, se han sugerido numerosos métodos de IA. Sin embargo, en el pasado, los diversos enfoques no parecían ser lo suficientemente precisos para su uso en la práctica clínica.(4) Leonardi *et al*, postula que la detección automatizada de puntos de referencia para el análisis cefalométrico ha estado en el centro de atención para resolver estos desafíos y la aplicación de Inteligencia Artificial y sus subconjuntos son una herramienta extraordinaria destinada a apoyar el diagnóstico, plan de tratamiento, pronóstico y al seguimiento de los avances de los tratamientos en ortodoncia. Los enfoques para la identificación de puntos de referencia totalmente automatizada han mostrado una mejora significativa y se ha prestado atención a un método avanzado de aprendizaje automático donde se proponen algoritmos para detectar puntos de referencia cefalométricos a partir de imágenes CBCT (6). El aprendizaje automático es una subdisciplina de la IA que se centra en el desarrollo de algoritmos y modelos que permiten a las computadoras aprender a partir de datos. En lugar de seguir instrucciones rígidas y predeterminadas, los sistemas de aprendizaje automático identifican patrones en los datos, generan modelos predictivos y mejoran su desempeño con el tiempo y con la experiencia acumulada, ayudando a fortalecer el algoritmo (1).

El aprendizaje automático y el registro de imágenes están intrínsecamente relacionados y juegan un papel fundamental en la automatización y precisión de los análisis en ortodoncia, especialmente en el desarrollo de algoritmos para la ubicación automática de puntos cefalométricos a partir de imágenes tomográficas computadas cone beam (CBCT) (5). El registro de imágenes implica la alineación precisa de distintas imágenes médicas para permitir una comparación coherente de las estructuras anatómicas en diversos momentos o modalidades. El aprendizaje automático, mediante el uso de técnicas avanzadas como las redes neuronales

convolucionales, puede entrenarse con grandes volúmenes de datos etiquetados para reconocer y localizar automáticamente los puntos cefalométricos clave en las imágenes CBCT. Este enfoque no solo mejora significativamente la exactitud del registro de imágenes, asegurando que las estructuras anatómicas se alineen correctamente, sino que también permite la identificación rápida y precisa de los puntos cefalométricos necesarios para el diagnóstico y planificación del tratamiento ortodóntico. Al integrar aprendizaje automático en el registro de imágenes, se logra una herramienta poderosa que optimiza el flujo de trabajo clínico, reduce el tiempo de análisis y minimiza la variabilidad interobservador, mejorando así la calidad y eficiencia del tratamiento ortodóntico(14).

Los métodos de aprendizaje automático han demostrado superioridad en el reconocimiento automático de puntos de referencia anatómicos en imágenes de diagnóstico. El análisis cefalométrico completamente automático se ha intentado durante mucho tiempo con la intención de reducir el tiempo de trabajo, mejorar la precisión de la identificación de puntos de referencia y reducir los errores causados por la subjetividad de un odontólogo. (18)

Una de las principales oportunidades teniendo en cuenta los avances basados en el aprendizaje automático y el registro de imágenes con respecto a la ortodoncia, es permitir un gran avance facilitando y agilizando un proceso que implica gran consumo de tiempo, poder reducirlo como lo requiere el análisis cefalométrico y llegar al diagnóstico del paciente de forma adecuada, rápida y efectiva, facilitando de igual forma la planificación del tratamiento en la práctica clínica.

Se ha informado que avanzar hacia la ortodoncia de precisión podría ser el próximo cambio de paradigma en los tratamientos de ortodoncia. Utilizando las capacidades de la IA, los enfoques de la ortodoncia derivados de datos pueden facilitarse y mejorarse. (11)

El objetivo de este estudio es desarrollar un modelo que permita la automatización de puntos de craneométricos en la volumetría 3D a partir del registro de imágenes proporcionadas por las CBCT.

4. METODOLOGIA

Se utilizaron tomografías computarizadas cone beam (CBCT) de pacientes que recibieron tratamiento de ortodoncia en la facultad de odontología, Universidad del Valle, entre el año 2021 y 2022. Se incluyeron tomografías de pacientes con dentición permanente completa y en la que se visualizaba desde el punto nasión hasta el punto mentón. Se excluyeron las CBCT de pacientes con anomalías esqueléticas, síndromes, antecedentes de traumatismos craneofaciales y antecedentes de cirugía ortognática. De una base de datos de 100 tomografías (CBCT) de pacientes hombres y mujeres, tomadas entre septiembre del 2021 y Junio del 2022, 40 cumplieron con los criterios de selección.

Las imágenes fueron generadas por un equipo iCAT 1719, FOV 12,6cm, tamaño de voxel por exposición de 26,9 segundos +37,07 kVp 120 y tamaño del diámetro del volumen reconstruido en 16 cm. Las imágenes fueron tomadas con los pacientes adoptando una postura corregida con la espalda recta y la cabeza en reposo, con el plano de Frankfort paralelo al piso.

Protocolo para calibración del operador en la ubicación de puntos craneométricos en la CBCT:

Se realizó inicialmente la calibración del operador siguiendo los siguientes pasos: Registro del paciente, cargar el volumen y registrar al paciente con un ID consecutivo, la primera letra del apellido y los 4 dígitos finales de la cédula. Ejemplo, para el paciente José Manuel Cerón con cédula 95891383, el registro seria 1-C1383. Se seleccionaron 4 puntos de referencia, Nasion (Na), Espina Nasal Anterior (ENA), Pogonion (Pg), y Gnation (Gn), que fueron ubicados en 10 tomografías (CBCT). La ubicación de cada punto generó valores en las coordenadas X,Y,Z, los cuales se registraron por separado para verificar la concordancia. La ubicación de los 4 puntos se realizó 3 veces por punto en cada tomografía CBCT, con un intervalo

temporal de 2 días entre cada ubicación. Se creó una tabla en Excel para registrar los siguientes ítems: campo paciente, tamaño de matriz (igual para las 10 tomografías), resolución espacial, valor de las coordenadas X,Y,Z de cada punto y las 3 ubicaciones por cada punto. Una vez se finalizó la ubicación de los 4 puntos, se realizó el análisis estadístico de los datos utilizando el programa Statistics Data Analysis para definir la calibración del operador. (Tabla 1)

El análisis estadístico permitió obtener la calibración del operador, lo que permitiría la ubicación de los puntos de referencia craneométricos de interés que se utilizarán como datos en el desarrollo del modelo. Se utilizaron los 31 puntos descritos en la investigación “Concordance and reproducibility in the location of reference points for volumetric craniofacial analysis: Cross-sectional study”.

Al dataset de 40 imágenes de CBCT se aplicaron criterios de inclusión, que presentaran dimensiones de 640x640, una cantidad de cortes entre 512 y 544 y un tamaño de voxel isométrico de 0.25, teniendo en cuenta los criterios de inclusión se seleccionando 13 CBCT, que serán utilizadas en el desarrollo del modelo para la automatización de puntos craneométricos.

Definido el dataset, se pasó al procesamiento de las imágenes y el primer paso fue transformar las imágenes de formato DICOM a formato NIfTI, con el fin de facilitar el procesamiento y análisis de Datos, permitiendo almacenar datos volumétricos de forma compacta, mejorando la precisión en el registro de imágenes, entre otras. Para transformar las imágenes en formato DICOM a NIfTI, se utilizó la función `dcm2nii` del software MRICroGL. Se desarrolló un script en Python con la herramienta de subprocess para automatizar la transformación de imágenes.

Se realizó un proceso de umbralización para corregir los picos altos de intensidad causados por la presencia de amalgamas y otros materiales que en la tomografía se ven de un color cercano al blanco, intensidad que supera los valores promedios de la imagen, creando puntos de alto brillo que oscurecen el resto de la imagen. Una vez obtenida la imagen sin ruido causado por los picos de intensidad se aplicó una ecualización adaptativa de histograma para obtener las imágenes en intensidades mejor distribuidas en la escala de grises usando la función `exposure.equalize_adapthist` de `skimage`. Los cortes ecualizados se almacenaron

en una nueva imagen de las misma dimensiones, obteniendo finalmente la imagen completamente ecualizada. Tras el proceso de ecualización se obtuvieron imágenes sin ruidos extremos y con valores de intensidad similares entre todas las imágenes, por lo que se procede a el proceso de registro de las imágenes para la creación del template. El registro de imágenes es un proceso de transformación de imágenes donde el objetivo es hacer que una imagen sea transformada por diferentes procesos matemáticos para llegar a parecerse lo más posible a una imagen modelo llamada fixed. Escoger una imagen fija (fixed) como modelo se utiliza para transformar el resto de imágenes, realizando un análisis cuantitativo y visual para seleccionar el paciente con mejor calidad de imagen. La calidad de los resultados depende del tipo de transformación utilizada en el registro; para cada tipo de problema hay un método ideal diferente, para datos complejos (como los utilizados) se utilizan diferentes transformaciones de forma secuencial, tanto lineales como no lineales, para los procesos de registro se utilizó la librería Elastix de itk. Teniendo la imagen fixed se seleccionaron parámetros de transformación personalizados para obtener los mejores resultados posibles, para esto se indago en el Elastix parameter model zoo, donde se pueden encontrar mapas de parámetros creados por usuarios dependiendo el problema de interés. Se escogieron mapas de parámetros usados especialmente para estudios de CT 3D, estos parámetros cuentan con dos transformaciones, una transformación rígida inicial basada en similitud y una transformación no lineal de B-Spline. Tras importar los parámetros de transformación externos se realizaron los procesos de registro de todas las imágenes usando el paciente modelo como fixed en todos los casos y el resto de las imágenes como moving en cada proceso individual de registro. Las imágenes y los parámetros de transformación resultantes fueron almacenados para su futuro uso.

Para la creación del template se sumaron las 12 imágenes obtenidas de los procesos de registro con la imagen modelo y dividirla entre 13 para obtener un promedio de todas las imágenes, manteniendo valores consistentes. Una vez obtenido el template se ubicaron los 31 puntos de interés por parte del operador y se guardaron las coordenadas x, y, z de cada uno de estos puntos. (Tabla 1-12)

Estas coordenadas se escribieron en un archivo .txt donde se podrán utilizar para aplicarles las transformaciones aplicadas a las imágenes moving. Para el proceso de registro con el template, se realizó un nuevo proceso de registro utilizando el template como fixed y las mismas imágenes como moving y los mismos parámetros de transformación.

Se utilizó Transformix de itk para aplicar las transformaciones a los puntos ubicados en el template, obteniendo un archivo .txt con las coordenadas x, y, z de los puntos en cada imagen moving. Este proceso detallado asegura la identificación y ubicación automática de puntos craneométricos.

5. ANALISIS ESTADISTICO.

Análisis estadístico consistente en la síntesis mediante medidas de tendencia central promedio y medidas de dispersión (D.S) de las coordenadas X, Y y Z. Además, se realizó análisis de concordancia a través del coeficiente de correlación intraclase (CCI) entre las coordenadas X, Y y Z, al ubicar puntos craneométricos de forma manual comparados con la automatización en modelo a desarrollar. Se estableció nivel de significancia de 5% y de confiabilidad del 95%.

6. RESULTADOS.

Para evaluar la concordancia entre el método manual y el automatizado, se utilizó el coeficiente de correlación intraclase (CCI).

Tabla 1. Concordancia de coordenadas X,Y y Z en la ubicación de puntos craneométricos: Comparación entre método manual y automatizado.

	Template (Automatización)			Template (Manual)								
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
	x±DE *	y±DE *	z±DE *	x±DE *	y±DE *	z±DE *	p **	p **	p **	CCI ***	CCI ***	CCI ***
Nasion (Na)	451,75±42,87	55,5±20,92	307,42±14,14	453,08±43,33	54,17±23,2	309,75±13,9	0,729	0,839	0,524	0,997	0,953	0,951
Silla Turca (S)	186±22,11	118,5±21,94	312±12,32	187,92±22,03	119,67±21,32	310,58±10,18	0,707	0,750	0,750	0,990	0,991	0,771
Basion (Ba)	110±30,8	253,17±38,15	303,33±13,17	111,25±30,44	254,67±37,25	304,67±10,93	0,839	0,644	0,685	0,995	0,996	0,958
Espina Nasal Anterior (ENA)	478,08±42,01	252,92±24,92	310,5±16,74	478,58±41,27	252,25±24,87	311,67±16	0,953	0,862	0,817	0,996	0,995	0,986
Espina Nasal Posterior (ENP)	285,08±41,52	258,17±21,8	310,25±12,47	286,83±41,74	259,17±21,64	310,75±14,46	0,685	0,794	0,862	0,998	0,996	0,982
Fosa Derecha (Fd)	137,25±19,17	155,42±32,78	96,83±10,62	145,08±26,57	161,17±34,65	100,42±13,12	0,452	0,488	0,311	0,818	0,968	0,762
Fosa Izquierda (Fi)	150,42±35,17	161,75±26,91	493,17±11,57	153,83±35,62	163,17±28,15	486,67±14,82	0,772	0,817	0,259	0,975	0,992	0,348
Sutura Frontomalar derecha (Ft-d)	365,75±36,94	54,83±22,71	99,58±13,56	368,25±37,79	56,5±22,16	102,33±13,42	0,685	0,728	0,282	0,991	0,991	0,971
Sutura Frontomalar izquierda (Ft-i)	364,33±41,88	60,42±25,03	516,25±14,8	366,42±43,29	59,83±25,27	512,75±15,27	0,728	0,953	0,354	0,995	0,992	0,934
1er Molar 6 Inf derecho	377,08±41,17	391,75±15,83	210,33±16,89	374,83±39,74	391,67±12,98	210,25±16,13	0,931	0,977	0,976	0,972	0,957	0,926
1er Molar 6 Inf izquierdo	376±41,56	384,58±16,26	415,67±20,27	375±41,84	385,5±16,83	415,5±23,78	0,953	0,750	0,862	0,987	0,975	0,965
Canino 3 inferior derecho	462,75±46,9	391,08±16,17	259,25±15,97	463,5±45,97	389,83±17,18	261,17±16,71	0,885	1,000	0,794	0,998	0,943	0,967
Canino 3 inferior izquierdo	461,92±46,35	385,33±14,04	370,17±18,87	462,42±46,29	384,5±16	369,42±19,77	0,908	0,976	0,930	0,998	0,905	0,981
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	378,5±45,24	310,5±19,4	199,83±14,64	377,75±45,56	310,25±18,04	200,33±14,58	0,977	0,953	0,930	0,998	0,988	0,969
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	378,17±41,85	315,5±22,06	422,92±19,1	373,92±41,27	311,25±15,97	422,75±18,61	0,707	0,543	0,977	0,973	0,876	0,884
Canino 3 superior derecho	461,83±47,07	312,83±17,03	244,5±15,3	462,33±46,5	316±15,03	244,92±12,71	0,953	0,684	0,953	0,997	0,891	0,964
Canino 3 superior izquierdo	461,67±49,56	314,92±16,4	381,75±16,6	463,83±49,06	318,08±18,37	370,08±44,24	0,817	0,505	0,817	0,995	0,921	0,221
Tuberosidad D (derecha)	273,83±34,82	248,17±21,4	225,42±11,01	274,67±35,35	249,25±19,9	226,25±11,57	0,862	0,817	0,953	0,996	0,981	0,944
Tuberosidad I (izquierda)	276,42±38,72	238,33±20,83	403,42±16,16	276,25±38,95	242,83±21,7	400,08±16,75	0,977	0,487	0,434	0,997	0,870	0,928
Infraorbitario D (Derecho)	416,75±41,46	182,17±22,36	191,67±21,62	416,92±41,2	184,42±23,74	192,42±20,86	0,977	0,817	0,930	0,996	0,975	0,984
Infraorbitario I (Izquierdo)	421,25±44,33	171,67±24,77	416,83±17	404,08±63,66	173,33±26,15	407,92±26,29	0,525	0,686	0,469	0,463	0,985	0,343
Condilium D (derecho)	125,25±19,36	182,83±32,94	93,33±11,36	127,92±19,83	185,5±33,16	132±118,86	0,664	0,729	0,156	0,987	0,995	-0,075
Condilium I (izquierdo)	142,33±35,66	182,75±27,08	501±13,5	142,75±33,9	183,33±27,18	488,42±36,95	0,953	0,884	0,370	0,993	0,994	0,435
Gonion D (Derecho)	176,17±30,37	411,17±34,45	146,08±22,12	175,5±31,19	409,67±34,85	148,5±21,72	0,930	0,862	0,728	0,995	0,995	0,978
Gonion I (Izquierdo)	170,92±38,67	403,08±31,09	474,08±16,39	169,67±40,62	402±32,48	474,67±18,49	0,908	0,707	0,862	0,984	0,976	0,953
Base Mandibular D (derecha)	404,75±45,13	482,75±18,56	221,08±18,45	407,17±44,35	483,75±18,65	239,83±62,21	0,750	0,793	0,583	0,995	0,975	0,228
Base Mandibular I (Izquierda)	407,25±45,23	485,83±18,08	222,75±18,79	408,75±45,98	485,75±17,21	239,33±61,5	0,817	0,953	0,643	0,997	0,975	0,25
Pogonion	469,58±48,58	474,17±14,04	316±19,92	469,83±47,59	474,42±13,28	316,58±20,96	0,953	0,976	0,862	0,998	0,977	0,986
Mentón	445,08±49,38	505,08±15,17	316,92±21,58	448±51,29	502,25±17,21	316,25±19,42	0,75	0,816	0,977	0,988	0,820	0,985
Coronoides D (derecha)	298,83±39,2	228,92±27,02	131,67±12,31	297,83±38,3	226,42±31,53	132±14,33	0,862	0,772	0,839	0,997	0,963	0,959
Coronoides I (Izquierda)	288,67±40,58	201,42±27,55	491,67±18,42	308,58±59,17	203,5±28,18	489,5±19,46	0,311	0,643	0,750	0,350	0,991	0,952

* Medida de dispersión (D.E)

** Medidas de tendencia central promedio (p)

*** Coeficiente de correlación intraclass (CCI)

En los resultados del análisis de concordancia, el CCI mostró en la mayoría de los puntos craneométricos valores cercanos a 1.0, lo que indica una alta concordancia entre el método manual y automatizado.

Tabla 1. Concordancia de coordenadas X,Y y Z en la ubicación de puntos craneométricos: Comparación entre método manual y automatizado.

	Template (Automatización)			Template (Manual)								
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
	x±DE *	y±DE	z±DE	x±DE	y±DE	z±DE	p **	p	p	CCI ***	CCI	CCI
Nasion (Na)	451,75±42,87	55,5±20,92	307,42±14,14	453,08±43,33	54,17±23,2	309,75±13,9	0,729	0,839	0,524	0,997	0,953	0,951
Silla Turca (S)	186±22,11	118,5±21,94	312±12,32	187,92±22,03	119,67±21,32	310,58±10,18	0,707	0,750	0,750	0,990	0,991	0,771
Basion (Ba)	110±30,8	253,17±38,15	303,33±13,17	111,25±30,44	254,67±37,25	304,67±10,93	0,839	0,644	0,685	0,995	0,996	0,958
Espina Nasal Anterior (ENA)	478,08±42,01	252,92±24,92	310,5±16,74	478,58±41,27	252,25±24,87	311,67±16	0,953	0,862	0,817	0,996	0,995	0,986
Espina Nasal Posterior (ENP)	285,08±41,52	258,17±21,8	310,25±12,47	286,83±41,74	259,17±21,64	310,75±14,46	0,685	0,794	0,862	0,998	0,996	0,982
Fosa Derecha (Fd)	137,25±19,17	155,42±32,78	96,83±10,62	145,08±26,57	161,17±34,65	100,42±13,12	0,452	0,488	0,311	0,818	0,968	0,762
Fosa Izquierda (Fi)	150,42±35,17	161,75±26,91	493,17±11,57	153,83±35,62	163,17±28,15	486,67±14,82	0,772	0,817	0,259	0,975	0,992	0,348
Sutura Frontomalar derecha (Fi-d)	365,75±36,94	54,83±22,71	99,58±13,56	368,25±37,79	56,5±22,16	102,33±13,42	0,685	0,728	0,282	0,991	0,991	0,971
Sutura Frontomalar izquierda (Fi-i)	364,33±41,88	60,42±25,03	516,25±14,8	366,42±43,29	59,83±25,27	512,75±15,27	0,728	0,953	0,354	0,995	0,992	0,934
1er Molar 6 Inf derecho	377,08±41,17	391,75±15,83	210,33±16,89	374,83±39,74	391,67±12,98	210,25±16,13	0,931	0,977	0,976	0,972	0,957	0,926
1er Molar 6 Inf izquierdo	376±41,56	384,58±16,26	415,67±20,27	375±41,84	385,75±16,83	415,5±23,78	0,953	0,750	0,862	0,987	0,975	0,965
Canino 3 inferior derecho	462,75±46,9	391,08±16,17	259,25±15,97	463,5±45,97	389,83±17,18	261,17±16,71	0,885	1,000	0,794	0,998	0,943	0,967
Canino 3 inferior izquierdo	461,92±46,35	385,33±14,04	370,17±18,87	462,42±46,29	384,5±16	369,42±19,77	0,908	0,976	0,930	0,998	0,905	0,981
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	378,5±45,24	310,5±19,4	199,83±14,64	377,75±45,56	310,25±18,04	200,33±14,58	0,977	0,953	0,930	0,998	0,988	0,969
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	378,17±41,85	315,5±22,06	422,92±19,1	373,92±41,27	311,25±15,97	422,75±18,61	0,707	0,543	0,977	0,973	0,876	0,884
Canino 3 superior derecho	461,83±47,07	312,83±17,03	244,5±15,3	462,33±46,5	316±15,03	244,92±12,71	0,953	0,684	0,953	0,997	0,891	0,964
Canino 3 superior izquierdo	461,67±49,56	314,92±16,4	381,75±16,6	463,83±49,06	318,08±18,37	370,08±44,24	0,817	0,505	0,817	0,995	0,921	0,221
Tuberosidad D (derecha)	273,83±34,82	248,17±21,4	225,42±11,01	274,67±35,35	249,25±19,9	226,25±11,57	0,862	0,817	0,953	0,996	0,981	0,944
Tuberosidad I (izquierda)	276,42±38,72	238,33±20,83	403,42±16,16	276,25±38,95	242,83±21,7	400,08±16,75	0,977	0,487	0,434	0,997	0,870	0,928
Infraorbitario D (Derecho)	416,75±41,46	182,17±22,36	191,67±21,62	416,92±41,2	184,42±23,74	192,42±20,86	0,977	0,817	0,930	0,996	0,975	0,984
Infraorbitario I (Izquierdo)	421,25±44,33	171,67±24,77	416,83±17	404,08±63,66	173,33±26,15	407,92±26,29	0,525	0,686	0,469	0,463	0,985	0,343
Condilium D (derecho)	125,25±19,36	182,83±32,94	93,33±11,36	127,92±19,83	185,5±33,16	132±118,86	0,664	0,729	0,156	0,987	0,995	-0,075
Condilium I (izquierdo)	142,33±35,66	182,75±27,08	501±13,5	142,75±33,9	183,33±27,18	488,42±36,95	0,953	0,884	0,370	0,993	0,994	0,435
Gonion D (Derecho)	176,17±30,37	411,17±34,45	146,08±22,12	175,5±31,19	409,67±34,85	148,5±21,72	0,930	0,862	0,728	0,995	0,995	0,978
Gonion I (Izquierdo)	170,92±38,67	403,08±31,09	474,08±16,39	169,67±40,62	402±32,48	474,67±18,49	0,908	0,707	0,862	0,984	0,976	0,953
Base Mandibular D (derecha)	404,75±45,13	482,75±18,56	221,08±18,45	407,17±44,35	483,75±18,65	239,83±62,21	0,750	0,793	0,583	0,995	0,975	0,228
Base Mandibular I (Izquierda)	407,25±45,23	485,83±18,08	222,75±18,79	408,75±45,98	485,75±17,21	239,33±61,5	0,817	0,953	0,643	0,997	0,975	0,25
Pogonion	469,58±48,58	474,17±14,04	316±19,92	469,83±47,59	474,42±13,28	316,58±20,96	0,953	0,976	0,862	0,998	0,977	0,986
Mentón	445,08±49,38	505,08±15,17	316,92±21,58	448±51,29	502,25±17,21	316,25±19,42	0,75	0,816	0,977	0,988	0,820	0,985
Coronoides D (derecha)	298,83±39,2	228,92±27,02	131,67±12,31	297,83±38,3	226,42±31,53	132±14,33	0,862	0,772	0,839	0,997	0,963	0,959
Coronoides I (Izquierda)	288,67±40,58	201,42±27,55	491,67±18,42	308,58±59,17	203,5±28,18	489,5±19,46	0,311	0,643	0,750	0,350	0,991	0,952

* Medida de dispersión (D.E)

** Medidas de tendencia central promedio (p)

*** Coeficiente de correlación intraclass (CCI)

En el análisis por coordenadas, el CCI para la coordenada X fue alto, mostrando una excelente concordancia en la mayoría de los puntos. Sin embargo en 3 puntos específicos el CCI mostró una disminución de concordancia siendo el punto infraorbitario izquierdo y Coronoides izquierda valores poco aceptables.

Tabla 1. Concordancia de coordenadas X,Y y Z en la ubicación de puntos craneométricos: Comparación entre método manual y automatizado.

	Template (Automatización)			Template (Manual)			x	y	z	x	y	z
	x	y	z	x	y	z						
	x±DE *	y±DE *	z±DE *	x±DE *	y±DE *	z±DE *						
	x	y	z	x	y	z	p **	p	p	CCI ***	CCI	CCI
Nasion (Na)	451,75±42,87	55,5±20,92	307,42±14,14	453,08±43,33	54,17±23,2	309,75±13,9	0,729	0,839	0,524	0,997	0,953	0,951
Silla Turca (S)	186±22,11	118,5±21,94	312±12,32	187,92±22,03	119,67±21,32	310,58±10,18	0,707	0,750	0,750	0,990	0,991	0,771
Basion (Ba)	110±30,8	253,17±38,15	303,33±13,17	111,25±30,44	254,67±37,25	304,67±10,93	0,839	0,644	0,685	0,995	0,996	0,958
Espina Nasal Anterior (ENA)	478,08±42,01	252,92±24,92	310,5±16,74	478,58±41,27	252,25±24,87	311,67±16	0,953	0,862	0,817	0,996	0,995	0,986
Espina Nasal Posterior (ENP)	285,08±41,52	258,17±21,8	310,25±12,47	286,83±41,74	259,17±21,64	310,75±14,46	0,685	0,794	0,862	0,998	0,996	0,982
Fosa Derecha (Fd)	137,25±19,17	155,42±32,78	96,83±10,62	145,08±26,57	161,17±34,65	100,42±13,12	0,452	0,488	0,311	0,818	0,968	0,762
Fosa Izquierda (Fi)	150,42±35,17	161,75±26,91	493,17±11,57	153,83±35,62	163,17±28,15	486,67±14,82	0,772	0,817	0,259	0,975	0,992	0,348
Sutura Frontomalar derecha (Fi-d)	365,75±36,94	54,83±22,71	99,58±13,56	368,25±37,79	56,5±22,16	102,33±13,42	0,685	0,728	0,282	0,991	0,991	0,971
Sutura Frontomalar izquierda (Fi-i)	364,33±41,88	60,42±25,03	516,25±14,8	366,42±43,29	59,83±25,27	512,75±15,27	0,728	0,953	0,354	0,995	0,992	0,934
1er Molar 6 Inf derecho	377,08±41,17	391,75±15,83	210,33±16,89	374,83±39,74	391,67±12,98	210,25±16,13	0,931	0,977	0,976	0,972	0,957	0,926
1er Molar 6 Inf izquierdo	376±41,56	384,58±16,26	415,67±20,27	375±41,84	385,75±16,83	415,5±23,78	0,953	0,750	0,862	0,987	0,975	0,965
Canino 3 inferior derecho	462,75±46,9	391,08±16,17	259,25±15,97	463,5±45,97	389,83±17,18	261,17±16,71	0,885	1,000	0,794	0,998	0,943	0,967
Canino 3 inferior izquierdo	461,92±46,35	385,33±14,04	370,17±18,87	462,42±46,29	384,5±16	369,42±19,77	0,908	0,976	0,930	0,998	0,905	0,981
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	378,5±45,24	310,5±19,4	199,83±14,64	377,75±45,56	310,25±18,04	200,33±14,58	0,977	0,953	0,930	0,998	0,988	0,969
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	378,17±41,85	315,5±22,06	422,92±19,1	373,92±41,27	311,25±15,97	422,75±18,61	0,707	0,543	0,977	0,973	0,876	0,884
Canino 3 superior derecho	461,83±47,07	312,83±17,03	244,5±15,3	462,33±46,5	316±15,03	244,92±12,71	0,953	0,684	0,953	0,997	0,891	0,964
Canino 3 superior izquierdo	461,67±49,56	314,92±16,4	381,75±16,6	463,83±49,06	318,08±18,37	370,08±44,24	0,817	0,505	0,817	0,995	0,921	0,221
Tuberosidad D (derecha)	273,83±34,82	248,17±21,4	225,42±11,01	274,67±35,35	249,25±19,9	226,25±11,57	0,862	0,817	0,953	0,996	0,981	0,944
Tuberosidad I (izquierda)	276,42±38,72	238,33±20,83	403,42±16,16	276,25±38,95	242,83±21,7	400,08±16,75	0,977	0,487	0,434	0,997	0,870	0,928
Infraorbitario D (Derecho)	416,75±41,46	182,17±22,36	191,67±21,62	416,92±41,2	184,42±23,74	192,42±20,86	0,977	0,817	0,930	0,996	0,975	0,984
Infraorbitario I (Izquierdo)	421,25±44,33	171,67±24,77	416,83±17	404,08±63,66	173,33±26,15	407,92±26,29	0,525	0,686	0,469	0,463	0,985	0,343
Condilium D (derecho)	125,25±19,36	182,83±32,94	93,33±11,36	127,92±19,83	185,5±33,16	132±118,86	0,664	0,729	0,156	0,987	0,995	-0,075
Condilium I (izquierdo)	142,33±35,66	182,75±27,08	501±13,5	142,75±33,9	183,33±27,18	488,42±36,95	0,953	0,884	0,370	0,993	0,994	0,435
Gonion D (Derecho)	176,17±30,37	411,17±34,45	146,08±22,12	175,5±31,19	409,67±34,85	148,5±21,72	0,930	0,862	0,728	0,995	0,995	0,978
Gonion I (Izquierdo)	170,92±38,67	403,08±31,09	474,08±16,39	169,67±40,62	402±32,48	474,67±18,49	0,908	0,707	0,862	0,984	0,976	0,953
Base Mandibular D (derecha)	404,75±45,13	482,75±18,56	221,08±18,45	407,17±44,35	483,75±18,65	239,83±62,21	0,750	0,793	0,583	0,995	0,975	0,228
Base Mandibular I (Izquierda)	407,25±45,23	485,83±18,08	222,75±18,79	408,75±45,98	485,75±17,21	239,33±61,5	0,817	0,953	0,643	0,997	0,975	0,25
Pogonion	469,58±48,58	474,17±14,04	316±19,92	469,83±47,59	474,42±13,28	316,58±20,96	0,953	0,976	0,862	0,998	0,977	0,986
Mentón	445,08±49,38	505,08±15,17	316,92±21,58	448±51,29	502,25±17,21	316,25±19,42	0,75	0,816	0,977	0,988	0,820	0,985
Coronoides D (derecha)	298,83±39,2	228,92±27,02	131,67±12,31	297,83±38,3	226,42±31,53	132±14,33	0,862	0,772	0,839	0,997	0,963	0,959
Coronoides I (Izquierda)	288,67±40,58	201,42±27,55	491,67±18,42	308,58±59,17	203,5±28,18	489,5±19,46	0,311	0,643	0,750	0,350	0,991	0,952

* Medida de dispersión (DE)

** Medidas de tendencia central promedio (p)

*** Coeficiente de correlación intraclass (CCI)

El CCI para la coordenada Y fue muy similar a la coordenada X, con valores de CCI altos. En algunos puntos como molar superior izquierdo, canino superior derecho, tuberosidad Izquierda, mostraron una ligera disminución en la concordancia, pero los valores siguen siendo buenos.

Tabla 1. Concordancia de coordenadas X,Y y Z en la ubicación de puntos craneométricos: Comparación entre método manual y automatizado.

	Template (Automatización)			Template (Manual)								
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
	$\bar{x} \pm DE$ *	$\bar{y} \pm DE$	$\bar{z} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$	$\bar{y} \pm DE$	$\bar{z} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$ **	p	p	CCI ***	CCI	CCI
Nasion (Na)	451,75±42,87	55,5±20,92	307,42±14,14	453,08±43,33	54,17±23,2	309,75±13,9	0,729	0,839	0,524	0,997	0,953	0,951
Silla Turca (S)	186±22,11	118,5±21,94	312±12,32	187,92±22,03	119,67±21,32	310,58±10,18	0,707	0,750	0,750	0,990	0,991	0,771
Basion (Ba)	110±30,8	253,17±38,15	303,33±13,17	111,25±30,44	254,67±37,25	304,67±10,93	0,839	0,644	0,685	0,995	0,996	0,958
Espina Nasal Anterior (ENA)	478,08±42,01	252,92±24,92	310,5±16,74	478,58±41,27	252,25±24,87	311,67±16	0,953	0,862	0,817	0,996	0,995	0,986
Espina Nasal Posterior (ENP)	285,08±41,52	258,17±21,8	310,25±12,47	286,83±41,74	259,17±21,64	310,75±14,46	0,685	0,794	0,862	0,998	0,996	0,982
Fosa Derecha (Fd)	137,25±19,17	155,42±32,78	96,83±10,62	145,08±26,57	161,17±34,65	100,42±13,12	0,452	0,488	0,311	0,818	0,968	0,762
Fosa Izquierda (Fi)	150,42±35,17	161,75±26,91	493,17±11,57	153,83±35,62	163,17±28,15	486,67±14,82	0,772	0,817	0,259	0,975	0,992	0,348
Sutura Frontomalar derecha (Fi-d)	365,75±36,94	54,83±22,71	99,58±13,56	368,25±37,79	56,5±22,16	102,33±13,42	0,685	0,728	0,282	0,991	0,991	0,971
Sutura Frontomalar izquierda (Fi-i)	364,33±41,88	60,42±25,03	516,25±14,8	366,42±43,29	59,83±25,27	512,75±15,27	0,728	0,953	0,354	0,995	0,992	0,934
1er Molar 6 Inf derecho	377,08±41,17	391,75±15,83	210,33±16,89	374,83±39,74	391,67±12,98	210,25±16,13	0,931	0,977	0,976	0,972	0,957	0,926
1er Molar 6 Inf izquierdo	376±41,56	384,58±16,26	415,67±20,27	375±41,84	385,75±16,83	415,5±23,78	0,953	0,750	0,862	0,987	0,975	0,965
Canino 3 inferior derecho	462,75±46,9	391,08±16,17	259,25±15,97	463,5±45,97	389,83±17,18	261,17±16,71	0,885	1,000	0,794	0,998	0,943	0,967
Canino 3 inferior izquierdo	461,92±46,35	385,33±14,04	370,17±18,87	462,42±46,29	384,5±16	369,42±19,77	0,908	0,976	0,930	0,998	0,905	0,981
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	378,5±45,24	310,5±19,4	199,83±14,64	377,75±45,56	310,25±18,04	200,33±14,58	0,977	0,953	0,930	0,998	0,988	0,969
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	378,17±41,85	315,5±22,06	422,92±19,1	373,92±41,27	311,25±15,97	422,75±18,61	0,707	0,543	0,977	0,973	0,876	0,884
Canino 3 superior derecho	461,83±47,07	312,83±17,03	244,5±15,3	462,33±46,5	316±15,03	244,92±12,71	0,953	0,684	0,953	0,997	0,891	0,964
Canino 3 superior izquierdo	461,67±49,56	314,92±16,4	381,75±16,6	463,83±49,06	318,08±18,37	370,08±44,24	0,817	0,505	0,817	0,995	0,921	0,221
Tuberosidad D (derecha)	273,83±34,82	248,17±21,4	225,42±11,01	274,67±35,35	249,25±19,9	226,25±11,57	0,862	0,817	0,953	0,996	0,981	0,944
Tuberosidad I (izquierda)	276,42±38,72	238,33±20,83	403,42±16,16	276,25±38,95	242,83±21,7	400,08±16,75	0,977	0,487	0,434	0,997	0,870	0,928
Infraorbitario D (Derecho)	416,75±41,46	182,17±22,36	191,67±21,62	416,92±41,2	184,42±23,74	192,42±20,86	0,977	0,817	0,930	0,996	0,975	0,984
Infraorbitario I (Izquierdo)	421,25±44,33	171,67±24,77	416,83±17	404,08±63,66	173,33±26,15	407,92±26,29	0,525	0,686	0,469	0,463	0,985	0,343
Condilium D (derecho)	125,25±19,36	182,83±32,94	93,33±11,36	127,92±19,83	185,5±33,16	132±118,86	0,664	0,729	0,156	0,987	0,995	-0,075
Condilium I (izquierdo)	142,33±35,66	182,75±27,08	501±13,5	142,75±33,9	183,33±27,18	488,42±36,95	0,953	0,884	0,370	0,993	0,994	0,435
Gonion D (Derecho)	176,17±30,37	411,17±34,45	146,08±22,12	175,5±31,19	409,67±34,85	148,5±21,72	0,930	0,862	0,728	0,995	0,995	0,978
Gonion I (Izquierdo)	170,92±38,67	403,08±31,09	474,08±16,39	169,67±40,62	402±32,48	474,67±18,49	0,908	0,707	0,862	0,984	0,976	0,953
Base Mandibular D (derecha)	404,75±45,13	482,75±18,56	221,08±18,45	407,17±44,35	483,75±18,65	239,83±62,21	0,750	0,793	0,583	0,995	0,975	0,228
Base Mandibular I (Izquierda)	407,25±45,23	485,83±18,08	222,75±18,79	408,75±45,98	485,75±17,21	239,33±61,5	0,817	0,953	0,643	0,997	0,975	0,25
Pogonion	469,58±48,58	474,17±14,04	316±19,92	469,83±47,59	474,42±13,28	316,58±20,96	0,953	0,976	0,862	0,998	0,977	0,986
Menton	445,08±49,38	505,08±15,17	316,92±21,58	448±51,29	502,25±17,21	316,25±19,42	0,75	0,816	0,977	0,988	0,820	0,985
Coronoides D (derecha)	298,83±39,2	228,92±27,02	131,67±12,31	297,83±38,3	226,42±31,53	132±14,33	0,862	0,772	0,839	0,997	0,963	0,959
Coronoides I (Izquierda)	288,67±40,58	201,42±27,55	491,67±18,42	308,58±59,17	203,5±28,18	489,5±19,46	0,311	0,643	0,750	0,350	0,991	0,952

* Medida de dispersión (D.E)

** Medidas de tendencia central promedio (p)

*** Coeficiente de correlación intraclass (CCI)

El CCI para la coordenada Z muestra valores altos de concordancia, aunque algunos puntos presentaron valores de CCI muy bajos como fosa izquierda, canino superior izquierdo, infraorbitario izquierdo, condilium derecho e izquierdo, y base mandibular derecha e izquierda, lo que sugiere alta variabilidad en la automatización para esta coordenada.

7. CONCLUSIONES.

En este estudio piloto, se logro desarrollar el modelo inicial para la automatización de puntos craneométricos en volumetria 3D. La mayoría de puntos craneométricos mostraron una excelente concordancia entre las coordenadas X y Y registradas de forma manual y automatizada en el modelo. Respecto a la coordenada Z, aunque mostró alta concordancia en varios puntos, algunos de ellos mostraron valores muy bajos de concordancia. Lo que sugiere la necesidad de aplicar un ajuste o refinamiento al modelo, optimizando la alineación y correspondencia para mejorar la concordancia de esos puntos en la coordenada Z.

En general, la automatización demuestra ser un método confiable para la ubicación de puntos craneométricos, con un nivel de concordancia alto que apoya su uso en aplicaciones clínicas y de investigación. En el futuro, se sugiere continuar fortaleciendo el modelo desarrollado mediante el uso de una muestra más grande, lo que permitirá mejorar la reproducibilidad en la automatización de puntos craneométricos.

BIBLIOGRAFIA:

1. Mehta S, Suhail Y, Nelson J, Upadhyay M. Artificial Intelligence for radiographic image analysis. *Semin Orthod*. 2021;27(2):109–20.
2. Mohammad-Rahimi H, Nadimi M, Rohban MH, Shamsoddin E, Lee VY, Motamedian SR. Machine learning and orthodontics, current trends and the future opportunities: A scoping review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2021;160(2):170-192.e4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.02.013>
3. Yao J, Zeng W, He T, Zhou S, Zhang Y, Guo J, et al. Automatic localization

of cephalometric landmarks based on convolutional neural network. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod*. 2022 Mar;161(3):e250–9.

4. Park J-H, Hwang H-W, Moon J-H, Yu Y, Kim H, Her S-B, et al. Automated identification of cephalometric landmarks: Part 1-Comparisons between the latest deep-learning methods YOLOV3 and SSD. *Angle Orthod*. 2019 Nov;89(6):903–9.
5. Mehta S, Suhail Y, Nelson J, Upadhyay M. Artificial Intelligence for radiographic image analysis. *Semin Orthod [Internet]*. 2021;27(2):109–20. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85108564901&doi=10.1053%2Fj.sodo.2021.05.007&partnerID=40&md5=73e8609fcee79aef322f7e29ea2466cb>
6. Leonardi R, Giudice AL, Isola G, Spampinato C. Deep learning and computer vision: Two promising pillars, powering the future in orthodontics. *Semin Orthod [Internet]*. 2021;27(2):62–8. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85108651704&doi=10.1053%2Fj.sodo.2021.05.002&partnerID=40&md5=c0c8111d420ed404dd35ee37dd613868>
7. van Vlijmen OJC, Maal T, Bergé SJ, Bronkhorst EM, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. A comparison between 2D and 3D cephalometry on CBCT scans of human skulls. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2010;39(2):156–60.
8. Bracco AA, Crincoli V, Lorenzo C, Bracco P. Landmarks Using 3-D Cephalometric Software. *J Craniomandib Pract*. 2012;30(4):255–63.
9. Zamora N, Llamas JM, Cibrián R, Gandia JL, Paredes V. A study on the reproducibility of cephalometric landmarks when undertaking a three-dimensional (3D) cephalometric analysis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012;17(4):678–88.
10. Schwendicke F, Chaurasia A, Arsiwala L, Lee J-H, Elhennawy K, Jost-Brinkmann P-G, et al. Deep learning for cephalometric landmark detection:

systematic review and meta-analysis. Clin Oral Investig. 2021 Jul;25(7):4299–309.

11. Mohammad-Rahimi H, Nadimi M, Rohban MH, Shamsoddin E, Lee VY, Motamedian SR. Machine learning and orthodontics, current trends and the future opportunities: A scoping review. Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod. 2021 Aug;160(2):170-192.e4.
12. Leonardi R, Giudice A Lo, Isola G, Spampinato C. Deep learning and computer vision: Two promising pillars, powering the future in orthodontics. Semin Orthod. 2021;27(2):62–8.
13. Dot G, Schouman T, Chang S, Rafflenbeul F, Kerbrat A, Rouch P, et al. Automatic 3-Dimensional Cephalometric Landmarking via Deep Learning. J Dent Res. 2022;101(11):1380–7.
14. Huang Y, Fan F, Syben C, Roser P, Mill L, Maier A. Cephalogram synthesis and landmark detection in dental cone-beam CT systems. Med Image Anal. 2021 May;70:102028.
15. Yao J, Zeng W, He T, Zhou S, Zhang Y, Guo J, et al. Automatic localization of cephalometric landmarks based on convolutional neural network. Am J Orthod Dentofac Orthop [Internet]. 2022;161(3):e250–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.09.012>
16. Talaat S, Kaboudan A, Talaat W, Kusnoto B, Sanchez F, Elnagar MH, et al. The validity of an artificial intelligence application for assessment of orthodontic treatment need from clinical images. Semin Orthod [Internet]. 2021;27(2):164–71. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85107988254&doi=10.1053%2Fj.sodo.2021.05.012&partnerID=40&md5=9e9ec31e2d9d386f7dfced994f076441>
17. Hwang HW, Park JH, Moon JH, Yu Y, Kim H, Her SB, et al. Automated identification of cephalometric landmarks: Part 2-Might it be better than

human? Angle Orthod. 2020;90(1):69–76.

18. Hwang H-W, Park J-H, Moon J-H, Yu Y, Kim H, Her S-B, et al. Automated identification of cephalometric landmarks: Part 2-Might it be better than human? Angle Orthod [Internet]. 2020;90(1):69–76. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85077404522&doi=10.2319%2F022019-129.1&partnerID=40&md5=e6dba50fe75799c98e1773b3ed8b6d58>
19. Kim H, Shim E, Park J, Kim Y-J, Lee U, Kim Y. Web-based fully automated cephalometric analysis by deep learning. Comput Methods Programs Biomed [Internet]. 2020;194. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85084262931&doi=10.1016%2Fj.cmpb.2020.105513&partnerID=40&md5=8aaceeffce95605c214fde8736aceb89>
20. Kim H, Shim E, Park J, Kim YJ, Lee U, Kim Y. Web-based fully automated cephalometric analysis by deep learning. Comput Methods Programs Biomed. 2020;194.

Anexos:

Tabla 1. Registro de ubicación de puntos craneométricos para calibracion del operador.

Tabla 1. Registro de ubicación de puntos craneométricos para calibración del operador.

Pacient e	Tamaño matriz	Zoo m	Resolu ción espacia l	Na #1	X	Y	Z	Na #2	X	Y	Z	Na #3	X	Y	Z	EN A #1	X	Y	Z	EN A #2	X	Y	Z	EN A #3	X	Y	Z	Pg #1	X	Y	Z	Pg #2	X	Y	Z	Pg #3	X	Y	Z	Gn #1	X	Y	Z	Gn #2	X	Y	Z	Gn #3	X	Y	Z
1-A0263	960x1644	169 %	0.0X0.5X1		-244	-267	95		-243	-268	97		-243	-268	98		-242	-272	50		-242	-272	51		-243	-273	51		-243	-268	-29		-243	-268	-28		-243	-269	-29		-243	-265	-33		-244	-264	-34		-243	-265	-34
2-I2666	960x1644	169 %	0.0X0.5X1		-249	-262	87		-249	-262	87		-249	-262	87		-249	-274	36		-249	-274	36		-249	-275	36		-249	-275	-24		-249	-275	-24		-249	-275	-24		-249	-271	-29		-249	-271	-29		-249	-271	-29
3-I1299	960x1644	169 %	0.0X0.5X1		-243	-253	84		-241	-254	86		-240	-254	85		-241	-262	33		-421	-264	34		-240	-261	33		-241	-267	-17		-241	-267	-17		-240	-268	-16		-241	-264	-22		-243	-263	-24		-240	-264	-22
4-A3509	960x1644	169 %	0.0X0.5X1		-245	-255	83		-245	-255	83		-244	-256	84		-245	-259	34		-245	-259	34		-244	-258	34		-245	-249	34		-245	-249	34		-244	-247	-21		-245	-244	-26		-244	-244	-26		-244	-244	-26
5-D0367	960x1644	169 %	0.0X0.5X1		-244	-276	89		-245	-277	89		-244	-277	89		-245	-276	44		-245	-276	44		-244	-274	44		-245	-264	-18		-245	-264	-18		-244	-264	-17		-245	-257	-24		-245	-257	-24		-244	-259	-24
6-D5446	960x1644	169 %	0.0X0.5X1		-241	-273	85		-241	-273	85		-241	-273	85		-241	-277	37		-241	-277	37		-241	-277	36		-241	-264	-18		-241	-264	-18		-241	-264	-17		-241	-259	-23		-241	-259	-23		-241	-260	-23
7-O1248	960x1644	169 %	0.0X0.5X1		-239	-281	80		-238	-281	81		-238	-281	80		-238	-288	30		-238	-288	30		-238	-288	30		-238	-298	-15		-238	-298	-15		-236	-298	-15		-238	-295	-22		-238	-295	-22		-238	-295	-22
8-M0811	960x1644	169 %	0.0X0.5X1		-243	-275	96		-242	-271	96		-242	-271	96		-242	-276	60		-242	-276	60		-242	-276	60		-242	-279	-9		-242	-279	-10		-242	-280	-9		-242	-273	-17		-242	-273	-17		-242	-274	-17
9-B5793	960x1644	169 %	0.0X0.5X1		-243	-276	91		-242	-276	92		-243	-276	91		-242	-284	41		-242	-284	41		-243	-284	41		-242	-277	-13		-242	-277	-13		-243	-277	-16		-242	-274	-21		-242	-274	-21		-242	-277	-22
10-N0692	960x1644	169 %	0.0X0.5X1		-239	-272	82		-239	-273	81		-238	-273	82		-239	-276	32		-239	-276	32		-239	-276	32		-239	-271	-18		-239	-271	-19		-238	-271	-18		-239	-268	-23		-239	-269	-23		-238	-269	-23

Tablas 1-12. Registro de coordenadas X, Y y Z de la ubicación de 31 puntos craneométricos en Template de forma automatizada y manual, en 12 imágenes.

Tabla 1.

Punto	Imagen 1						Imagen 1					
	Template (Automatización)						Template (Manual)					
	Sagital			Axial			Sagital			Axial		
	VALOR EJE X	VALOR EJE Y	VALOR EJE Z	VALOR EJE X	VALOR EJE Y	VALOR EJE Z	VALOR EJE X	VALOR EJE Y	VALOR EJE Z	VALOR EJE X	VALOR EJE Y	VALOR EJE Z
Nasion (Na)	504	31	317	317	504	512	500	22	311	311	500	508
Silla Turca (S)	199	108	328	328	199	435	195	104	305	305	195	423
Basion (Ba)	119	265	323	323	119	278	115	259	320	320	115	280
Espina Nasal Anterior (ENA)	532	256	327	327	532	287	530	249	330	330	530	291
Espina Nasal Posterior (ENP)	332	260	329	329	332	283	334	260	330	330	334	284
Fosa Derecha (Fd)	145	144	94	94	145	399	148	147	100	100	148	376
Fosa Izquierda (Fi)	180	145	506	506	180	398	183	147	502	502	183	396
Sutura Frontomalar derecha (Ft-d)	402	36	94	94	402	507	405	38	97	97	405	504
Sutura Frontomalar izquierda (Ft-i)	414	25	537	537	414	518	416	27	534	534	416	511
1er Molar 6 Inf derecho	415	398	215	215	415	145	412	396	217	217	412	145
1er Molar 6 Inf izquierdo	414	375	448	448	414	168	416	376	449	449	416	170
Canino 3 inferior derecho	506	391	271	271	506	152	503	389	269	269	503	151
Canino 3 inferior izquierdo	508	383	389	389	508	160	505	379	385	386	505	161
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	423	320	200	200	423	223	425	323	202	202	423	220
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	419	310	455	455	419	233	412	302	465	265	412	237
Canino 3 superior derecho	515	317	258	258	515	226	508	314	253	253	508	221
Canino 3 superior izquierdo	521	312	401	401	521	231	517	313	407	407	517	233
Tuberosidad D (derecha)	300	250	231	231	300	293	303	253	234	234	303	295
Tuberosidad I (izquierda)	311	234	431	431	311	309	309	230	429	429	309	305
Infraorbitario D (Derecho)	464	170	191	191	464	373	462	168	188	188	462	371
Infraorbitario I (Izquierdo)	475	148	440	440	475	395	473	149	442	442	473	393
Condilium D (derecho)	126	176	95	95	126	367	129	178	99	99	129	367
Condilium I (izquierdo)	168	173	515	515	168	370	171	175	517	517	171	372
Gonion D (Derecho)	180	439	172	172	180	104	182	438	175	175	182	106
Gonion I (Izquierdo)	190	426	496	496	190	117	192	429	496	496	192	120
Base Mandibular D (derecha)	442	496	231	231	442	47	445	494	229	229	445	51
Base Mandibular I (Izquierda)	445	498	233	233	445	45	447	486	224	224	447	49
Pogonion	518	475	338	338	518	68	512	471	345	345	512	71
Mentón	492	509	344	344	492	34	517	476	336	336	517	35
Coronoides D (derecha)	337	223	127	127	337	320	335	221	125	125	335	321
Coronoides I (Izquierda)	329	171	523	523	329	372	330	173	525	525	330	374

Tabla 2.

Punto	Imagen 2						Imagen 2					
	Template (Automatización)						Template (Manual)					
	Sagital			Axial			Sagital			Axial		
	VALOREJEX	VALOREJEY	VALOREJEZ	VALOREJEX	VALOREJEY	VALOREJEZ	VALOREJEX	VALOREJEY	VALOREJEZ	VALOREJEX	VALOREJEY	VALOREJEZ
Nasion (Na)	504	31	317	317	504	512	505	13	323	323	505	518
Silla Turca (S)	199	108	328	328	199	435	201	111	322	322	201	423
Basion (Ba)	119	265	323	323	119	278	121	268	317	317	121	283
Espina Nasal Anterior (ENA)	532	256	327	327	532	287	526	254	325	325	526	283
Espina Nasal Posterior (ENP)	332	260	329	329	332	283	335	265	334	334	335	292
Fosa Derecha (Fd)	145	144	94	94	145	399	159	164	83	83	159	382
Fosa Izquierda (Fi)	180	145	506	506	180	398	187	151	511	511	187	403
Sutura Frontomalar derecha (Ft-d)	402	36	94	94	402	507	412	32	97	97	412	512
Sutura Frontomalar izquierda (Ft-i)	414	25	537	537	414	518	418	23	526	526	418	509
1er Molar 6 Inf derecho	415	398	215	215	415	145	421	393	223	223	421	139
1er Molar 6 Inf izquierdo	414	375	448	448	414	168	418	384	455	455	418	173
Canino 3 inferior derecho	506	391	271	271	506	152	509	373	282	282	509	165
Canino 3 inferior izquierdo	508	383	389	389	508	160	511	362	389	389	511	168
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	423	320	200	200	423	223	419	318	190	190	419	215
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	419	310	455	455	419	233	415	307	429	429	415	235
Canino 3 superior derecho	515	317	258	258	515	226	517	321	255	255	517	226
Canino 3 superior izquierdo	521	312	401	401	521	231	529	317	399	399	529	235
Tuberosidad D (derecha)	300	250	231	231	300	293	306	247	225	225	306	297
Tuberosidad I (izquierda)	311	234	431	431	311	309	315	236	425	425	315	312
Infraorbitario D (Derecho)	464	170	191	191	464	373	468	174	194	194	468	367
Infraorbitario I (Izquierdo)	475	148	440	440	475	395	479	152	443	443	479	382
Condilium D (derecho)	126	176	95	95	126	367	131	179	99	99	131	370
Condilium I (izquierdo)	168	173	515	515	168	370	171	177	511	511	171	368
Gonion D (Derecho)	180	439	172	172	180	104	185	437	178	178	185	106
Gonion I (Izquierdo)	190	426	496	496	190	117	181	412	511	511	181	112
Base Mandibular D (derecha)	442	496	231	231	442	47	449	498	430	430	449	51
Base Mandibular I (Izquierda)	445	498	233	233	445	45	456	500	426	426	456	53
Pogonion	518	475	338	338	518	68	516	476	340	340	516	73
Mentón	492	509	344	344	492	34	486	505	339	339	486	37
Coronoides D (derecha)	337	223	127	127	337	320	334	220	125	125	334	318
Coronoides I (Izquierda)	329	171	523	523	329	372	333	174	519	519	333	374

Tabla 3.

Punto	Imagen 4						Imagen 4					
	Template (Automatización)						Template (Manual)					
	Sagital			Axial			Sagital			Axial		
	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ
Nasion (Na)	371	59	311	311	371	484	368	63	317	317	368	480
Silla Turca (S)	189	101	319	319	189	442	192	105	322	322	192	431
Basion (Ba)	101	266	317	317	101	277	107	267	320	320	107	281
Espina Nasal Anterior (ENA)	420	231	320	320	420	312	418	228	319	319	418	306
Espina Nasal Posterior (ENP)	239	249	315	315	239	294	241	249	316	316	241	291
Fosa Derecha (Fd)	116	174	107	107	116	369	121	176	105	105	121	367
Fosa Izquierda (Fi)	119	163	498	498	119	380	122	161	489	489	122	376
Sutura Frontomalar derecha (Ft-d)	296	69	114	114	296	474	292	71	112	112	292	469
Sutura Frontomalar derecha (Ft-i)	292	47	501	501	292	496	289	51	499	499	289	495
1er Molar 6 Inf derecho	336	379	224	224	336	164	334	381	221	221	334	167
1er Molar 6 Inf izquierdo	337	362	428	428	337	181	335	359	426	426	335	176
Canino 3 inferior derecho	422	388	276	276	422	155	425	389	274	274	425	158
Canino 3 inferior izquierdo	422	369	380	380	422	174	426	371	382	382	426	176
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	325	293	215	215	325	250	327	290	217	217	327	248
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	336	300	417	417	336	243	339	302	420	420	339	245
Canino 3 superior derecho	400	300	262	262	400	243	398	302	264	264	398	245
Canino 3 superior izquierdo	393	291	388	388	393	252	394	293	374	374	394	250
Tuberosidad D (derecha)	239	246	236	236	239	297	241	248	239	239	241	300
Tuberosidad I (izquierda)	235	218	402	402	235	325	232	215	399	399	232	320
Infraorbitario D (Derecho)	357	190	198	198	357	353	359	192	200	200	359	351
Infraorbitario I (izquierdo)	355	164	420	420	355	379	352	161	418	418	352	375
Condilium D (derecho)	104	201	106	106	104	342	107	205	108	108	107	345
Condilium I (izquierdo)	119	185	504	504	119	358	121	188	501	501	121	355
Gonion D (Derecho)	167	401	176	176	167	142	169	405	179	179	169	145
Gonion I (Izquierdo)	166	373	471	471	166	170	168	375	468	468	168	173
Base Mandibular D (derecha)	382	466	249	249	382	77	385	465	247	247	385	79
Base Mandibular I (izquierda)	384	469	252	252	384	74	383	468	254	254	383	75
Pogonion	444	462	331	331	444	81	447	465	329	329	447	83
Mentón	421	494	333	333	421	49	424	491	330	330	424	51
Coronoides D (derecha)	247	239	144	144	247	304	249	241	147	147	249	307
Coronoides I (izquierda)	235	204	490	490	235	339	237	205	488	488	237	343

Tabla 4.

Punto	Imagen 5						Imagen 5					
	Template (Automatización)						Template (Manual)					
	Sagital			Axial			Sagital			Axial		
	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ
Nasion (Na)	373	53	304	304	373	490	375	55	301	301	375	490
Silla Turca (S)	180	138	316	316	180	405	178	135	311	311	178	398
Basion (Ba)	53	296	293	293	53	247	54	299	295	295	54	244
Espina Nasal Anterior (ENA)	406	266	310	310	406	277	406	267	314	314	406	279
Espina Nasal Posterior (ENP)	219	288	304	304	219	255	221	286	300	300	221	251
Fosa Derecha (Fd)	99	199	114	114	99	344	101	201	119	119	101	349
Fosa Izquierda (Fi)	73	197	483	483	73	346	79	203	479	479	79	350
Sutura Frontomalar derecha (Ft-d)	308	86	112	112	308	457	311	89	115	115	311	454
Sutura Frontomalar derecha (Ft-i)	286	98	512	512	286	445	288	98	509	509	288	449
1er Molar 6 Inf derecho	329	405	228	228	329	138	332	407	231	231	332	141
1er Molar 6 Inf izquierdo	321	390	411	411	321	153	325	392	409	409	325	149
Canino 3 inferior derecho	397	388	264	264	397	155	396	386	266	266	396	157
Canino 3 inferior izquierdo	404	380	371	371	404	163	401	383	374	374	401	165
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	307	334	206	206	307	209	303	331	204	204	303	207
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	303	331	418	418	303	212	303	329	414	414	303	210
Canino 3 superior derecho	391	325	244	244	391	218	395	327	249	249	395	221
Canino 3 superior izquierdo	390	322	378	378	390	221	392	322	381	381	392	225
Tuberosidad D (derecha)	209	279	232	232	209	264	207	276	229	229	207	259
Tuberosidad I (izquierda)	207	275	393	393	207	268	208	277	390	390	208	271
Infraorbitario D (Derecho)	345	201	210	210	345	342	342	200	205	205	342	339
Infraorbitario I (izquierdo)	342	200	416	416	342	343	342	201	413	413	342	340
Condilium D (derecho)	89	221	110	110	89	322	91	224	116	116	91	327
Condilium I (izquierdo)	61	215	491	491	61	328	66	219	487	487	66	325
Gonion D (Derecho)	141	423	138	138	141	120	139	419	136	136	139	118
Gonion I (Izquierdo)	109	426	469	469	109	117	111	429	471	471	111	121
Base Mandibular D (derecha)	376	475	236	236	376	68	376	473	237	237	376	71
Base Mandibular I (izquierda)	379	478	238	238	379	65	379	478	240	240	379	67
Pogonion	431	461	328	328	431	82	432	461	330	330	432	85
Mentón	409	494	328	328	409	49	411	495	330	330	411	51
Coronoides D (derecha)	238	264	143	143	238	279	240	267	147	147	240	280
Coronoides I (izquierda)	218	237	484	484	218	306	221	240	487	487	221	310

Tabla 5.

Punto	Imagen 6						Imagen 6					
	Template (Automatización)						Template (Manual)					
	Sagital			Axial			Sagital			Axial		
	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ
Nasion (Na)	451	70	312	312	451	473	453	72	313	313	453	476
Silla Turca (S)	176	124	307	307	176	419	178	125	311	311	178	426
Basion (Ba)	111	231	301	301	111	312	114	234	307	307	114	315
Espina Nasal Anterior (ENA)	454	276	300	300	454	267	455	276	301	301	455	269
Espina Nasal Posterior (ENP)	269	263	304	304	269	280	270	265	306	306	270	285
Fosa Derecha (Fd)	127	132	114	114	127	411	131	134	117	117	131	417
Fosa Izquierda (Fi)	150	168	473	473	150	375	156	171	475	475	156	379
Sutura Frontomalar derecha (Ft-d)	365	65	95	95	365	478	367	66	95	95	367	480
Sutura Frontomalar derecha (Ft-i)	365	85	514	514	365	458	367	81	512	512	367	461
1er Molar 6 Inf derecho	324	384	206	206	324	159	327	386	209	209	327	162
1er Molar 6 Inf izquierdo	335	389	396	396	335	154	334	385	392	392	334	151
Canino 3 inferior derecho	406	405	250	250	406	138	409	407	253	253	409	141
Canino 3 inferior izquierdo	412	402	353	353	412	141	411	401	349	349	411	145
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	340	313	196	196	340	230	342	315	199	199	342	234
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	351	320	404	404	351	223	349	318	399	399	349	219
Canino 3 superior derecho	423	331	231	231	423	212	425	333	234	234	425	216
Canino 3 superior izquierdo	424	340	370	370	424	203	427	341	372	372	427	207
Tuberosidad D (derecha)	260	235	227	227	260	308	263	237	229	229	263	311
Tuberosidad I (izquierda)	269	229	389	389	269	314	267	228	387	387	267	311
Infraorbitario D (Derecho)	399	205	177	177	399	338	405	205	179	179	405	340
Infraorbitario I (izquierdo)	420	197	398	398	420	346	417	209	395	395	417	344
Condilium D (derecho)	111	152	109	109	111	391	115	155	112	112	115	395
Condilium I (izquierdo)	139	183	480	480	139	360	136	179	377	377	136	357
Gonion D (Derecho)	149	385	155	155	149	158	149	386	155	155	149	158
Gonion I (Izquierdo)	147	380	453	453	147	163	147	382	452	452	147	165
Base Mandibular D (derecha)	349	470	218	218	349	73	350	472	220	220	350	75
Base Mandibular I (izquierda)	351	474	220	220	351	69	351	474	222	222	351	70
Pogonion	414	473	304	304	414	70	414	473	304	304	414	69
Mentón	391	499	305	305	391	44	393	498	306	306	393	47
Coronoides D (derecha)	277	214	134	134	277	329	276	217	137	137	276	331
Coronoides I (izquierda)	279	194	482	482	279	349	279	194	485	485	279	351

Tabla 6.

Punto	Imagen 7						Imagen 7					
	Template (Automatización)						Template (Manual)					
	Sagital			Axial			Sagital			Axial		
	VALOR EJE X	VALOR EJE Y	VALOR EJE Z	VALOR EJE X	VALOR EJE Y	VALOR EJE Z	VALOR EJE X	VALOR EJE Y	VALOR EJE Z	VALOR EJE X	VALOR EJE Y	VALOR EJE Z
Nasion (Na)	477	88	312	312	477	455	486	79	319	319	486	458
Silla Turca (S)	203	168	311	311	203	375	207	169	313	313	207	378
Basion (Ba)	159	312	315	315	159	231	157	310	313	313	157	228
Espina Nasal Anterior (ENA)	507	286	333	333	507	257	507	286	333	333	507	257
Espina Nasal Posterior (ENP)	335	291	323	323	335	252	337	293	326	326	337	255
Fosa Derecha (Fd)	159	198	97	97	159	345	205	217	121	121	205	299
Fosa Izquierda (Fi)	175	205	495	495	175	338	198	209	489	489	198	341
Sutura Frontomalar derecha (Ft-d)	410	91	114	114	410	452	407	91	118	118	407	453
Sutura Frontomalar izquierda (Ft-i)	395	90	533	533	395	453	399	93	535	535	399	451
1er Molar 6 Inf derecho	440	417	230	230	440	126	439	415	228	228	439	124
1er Molar 6 Inf izquierdo	434	409	427	427	434	134	436	411	434	434	436	132
Canino 3 inferior derecho	528	409	277	277	528	134	526	407	281	281	526	139
Canino 3 inferior izquierdo	525	400	387	387	525	143	526	404	382	382	526	143
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	432	345	217	217	432	198	430	341	215	215	430	203
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	425	372	436	436	425	171	416	343	442	442	416	175
Canino 3 superior derecho	505	335	265	265	505	208	504	337	262	262	504	212
Canino 3 superior izquierdo	505	339	400	400	505	204	505	339	400	400	505	206
Tuberosidad D (derecha)	326	291	234	234	326	252	325	289	231	231	325	249
Tuberosidad I (izquierda)	327	277	420	420	327	266	326	281	421	421	326	264
Infraorbitario D (Derecho)	465	207	223	223	465	336	462	223	225	225	462	338
Infraorbitario I (izquierdo)	453	204	428	428	453	339	256	207	425	425	256	339
Condilium D (derecho)	142	232	87	87	142	311	146	235	91	91	146	315
Condilium I (izquierdo)	172	220	512	512	172	323	169	219	508	508	169	320
Gonion D (Derecho)	224	459	157	157	224	84	224	456	159	159	224	87
Gonion I (Izquierdo)	224	441	488	488	224	102	225	443	485	485	225	100
Base Mandibular D (derecha)	486	496	238	238	486	47	485	496	240	240	485	47
Base Mandibular I (Izquierda)	488	498	239	239	488	45	486	498	239	239	486	46
Pogonion	552	484	329	329	552	59	552	485	329	329	552	61
Mentón	533	510	327	327	533	33	535	512	329	329	535	36
Coronoides D (derecha)	363	274	149	149	363	269	359	271	147	147	359	267
Coronoides I (Izquierda)	347	249	501	501	347	294	349	251	503	503	349	297

Tabla 7.

Punto	Imagen 8						Imagen 8					
	Template (Automatización)						Template (Manual)					
	Sagital			Axial			Sagital			Axial		
	VALOR EJE X	VALOR EJE Y	VALOR EJE Z	VALOR EJE X	VALOR EJE Y	VALOR EJE Z	VALOR EJE X	VALOR EJE Y	VALOR EJE Z	VALOR EJE X	VALOR EJE Y	VALOR EJE Z
Nasion (Na)	464	57	306	306	464	486	465	59	308	308	465	489
Silla Turca (S)	212	94	317	317	212	449	214	97	319	319	214	451
Basion (Ba)	85	182	293	293	85	361	89	185	297	297	89	367
Espina Nasal Anterior (ENA)	466	232	288	288	466	311	466	232	289	289	466	315
Espina Nasal Posterior (ENP)	257	223	298	298	257	320	257	223	298	298	257	325
Fosa Derecha (Fd)	132	86	97	97	132	457	135	89	99	99	135	462
Fosa Izquierda (Fi)	151	112	486	486	151	431	148	109	484	484	148	435
Sutura Frontomalar derecha (Ft-d)	379	25	87	87	379	518	380	31	91	91	380	521
Sutura Frontomalar izquierda (Ft-i)	385	48	519	519	385	495	395	41	514	514	395	496
1er Molar 6 Inf derecho	341	370	195	195	341	173	343	374	197	197	343	176
1er Molar 6 Inf izquierdo	360	358	397	397	360	185	359	358	392	392	359	191
Canino 3 inferior derecho	428	392	243	243	428	151	431	395	245	245	431	155
Canino 3 inferior izquierdo	428	389	357	357	428	154	430	393	351	351	430	154
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	359	313	189	189	359	230	355	308	191	191	355	235
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	379	312	400	400	379	231	349	300	408	408	349	271
Canino 3 superior derecho	435	311	221	221	435	232	435	311	226	226	435	235
Canino 3 superior izquierdo	437	313	364	364	437	230	438	313	365	365	438	233
Tuberosidad D (derecha)	246	233	218	218	246	310	251	244	225	225	251	312
Tuberosidad I (izquierda)	250	223	389	389	250	320	246	251	375	375	246	325
Infraorbitario D (Derecho)	411	164	189	189	411	379	412	166	189	189	412	381
Infraorbitario I (izquierdo)	423	158	396	396	423	385	421	156	394	394	421	385
Condilium D (derecho)	123	111	93	93	123	432	125	115	95	95	125	429
Condilium I (izquierdo)	141	128	494	494	141	415	139	127	491	491	139	419
Gonion D (Derecho)	133	350	134	134	133	193	130	347	131	131	130	197
Gonion I (Izquierdo)	121	345	462	462	121	198	124	346	463	463	124	197
Base Mandibular D (derecha)	350	479	202	202	350	64	350	479	202	202	350	67
Base Mandibular I (Izquierda)	352	483	203	203	352	60	353	485	207	207	353	64
Pogonion	419	480	296	296	419	63	419	482	294	294	419	63
Mentón	392	517	297	297	392	26	390	515	299	299	390	28
Coronoides D (derecha)	283	194	117	117	283	349	277	168	108	108	277	351
Coronoides I (Izquierda)	277	179	494	494	277	364	279	173	487	487	279	367

Tabla 8.

Punto	Imagen 9						Imagen 9					
	Template (Automatización)						Template (Manual)					
	Sagital			Axial			Sagital			Axial		
	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ
Nasion (Na)	478	65	307	307	478	478	479	65	307	307	479	484
Silla Turca (S)	175	143	290	290	175	400	177	145	294	294	177	415
Basion (Ba)	148	294	300	300	148	249	151	297	302	302	151	253
Espina Nasal Anterior (ENA)	527	254	305	305	527	289	527	254	307	307	527	291
Espina Nasal Posterior (ENP)	330	280	308	308	330	263	330	280	308	308	330	267
Fosa Derecha (Fd)	159	191	85	85	159	352	162	194	87	87	162	356
Fosa Izquierda (Fi)	178	193	507	507	178	350	176	191	501	501	176	354
Sutura Frontomalar derecha (Ft-d)	382	65	92	92	382	478	385	67	95	95	385	480
Sutura Frontomalar derecha (Ft-i)	389	66	514	514	389	477	387	66	504	504	387	472
1er Molar 6 Inf derecho	420	402	198	198	420	141	418	399	195	195	418	138
1er Molar 6 Inf izquierdo	439	393	413	413	439	150	437	396	402	402	437	147
Canino 3 inferior derecho	532	394	245	245	532	149	532	394	242	242	532	151
Canino 3 inferior izquierdo	535	387	363	363	535	156	535	390	358	358	535	156
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	435	318	191	191	435	225	437	319	194	194	437	227
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	431	318	431	431	431	225	432	318	427	427	432	227
Canino 3 superior derecho	530	310	236	236	530	233	532	310	237	237	532	237
Canino 3 superior izquierdo	530	313	381	381	530	230	533	314	386	386	533	234
Tuberosidad D (derecha)	316	271	227	227	316	272	316	271	227	227	316	279
Tuberosidad I (izquierda)	321	262	402	402	321	281	321	265	402	402	321	286
Infraorbitario D (Derecho)	461	181	189	189	461	362	456	179	182	182	456	359
Infraorbitario I (izquierdo)	472	171	409	409	472	372	469	168	401	401	469	370
Condilium D (derecho)	142	214	87	87	142	329	142	217	89	89	142	331
Condilium I (izquierdo)	175	221	519	519	175	322	171	218	511	511	171	319
Gonion D (Derecho)	215	445	133	133	215	98	217	448	137	137	217	101
Gonion I (izquierdo)	220	435	487	487	220	108	220	437	483	483	220	113
Base Mandibular D (derecha)	456	498	204	204	456	45	456	498	208	208	456	45
Base Mandibular I (izquierda)	459	501	206	206	459	42	459	500	206	206	459	40
Pogonion	529	478	308	308	529	65	531	479	310	310	531	65
Mentón	506	510	311	311	506	33	506	512	309	309	506	36
Coronoides D (derecha)	333	268	133	133	333	275	333	271	137	137	333	279
Coronoides I (izquierda)	329	244	482	482	329	299	331	247	485	485	331	293

Tabla 9.

Punto	Imagen 10						Imagen 10					
	Template (Automatización)						Template (Manual)					
	Sagital			Axial			Sagital			Axial		
	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ
Nasion (Na)	450	30	301	301	450	513	452	34	305	305	452	517
Silla Turca (S)	189	94	316	316	189	449	191	96	321	321	191	453
Basion (Ba)	106	230	303	303	106	313	106	233	305	305	106	317
Espina Nasal Anterior (ENA)	481	220	313	313	481	323	490	223	315	315	490	327
Espina Nasal Posterior (ENP)	282	229	309	309	282	314	284	231	311	311	284	317
Fosa Derecha (Fd)	155	129	82	82	155	414	157	132	86	86	157	419
Fosa Izquierda (Fi)	161	138	505	505	161	405	163	140	453	453	163	411
Sutura Frontomalar derecha (Ft-d)	368	41	95	95	368	502	368	43	99	99	368	497
Sutura Frontomalar derecha (Ft-i)	363	39	513	513	363	504	365	39	517	517	365	507
1er Molar 6 Inf derecho	392	390	220	220	392	153	389	393	218	218	389	167
1er Molar 6 Inf izquierdo	383	404	418	418	383	139	385	408	421	421	385	145
Canino 3 inferior derecho	469	377	270	270	469	166	467	374	268	268	467	167
Canino 3 inferior izquierdo	457	376	382	382	457	167	457	376	386	386	457	170
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	376	281	205	205	376	262	379	284	207	207	379	267
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	383	304	424	424	383	239	383	307	427	427	383	243
Canino 3 superior derecho	459	290	247	247	459	253	466	315	244	244	466	258
Canino 3 superior izquierdo	464	304	385	385	464	239	464	307	389	389	464	245
Tuberosidad D (derecha)	269	227	222	222	269	316	269	231	226	226	269	318
Tuberosidad I (izquierda)	279	228	404	404	279	315	277	227	401	401	277	311
Infraorbitario D (Derecho)	414	163	193	193	414	380	418	167	198	198	418	378
Infraorbitario I (izquierdo)	407	159	413	413	407	384	409	163	419	419	409	384
Condilium D (derecho)	153	166	76	76	153	377	157	163	508	508	157	375
Condilium I (izquierdo)	153	160	513	513	153	383	161	158	497	497	161	378
Gonion D (Derecho)	182	435	141	141	182	108	176	429	138	138	176	105
Gonion I (izquierdo)	165	427	483	483	165	116	169	427	479	479	169	119
Base Mandibular D (derecha)	410	496	219	219	410	47	412	497	223	223	412	51
Base Mandibular I (izquierda)	412	499	221	221	412	44	415	499	221	221	415	44
Pogonion	468	486	322	322	468	57	470	479	315	315	470	60
Mentón	431	525	317	317	431	18	434	527	315	315	434	21
Coronoides D (derecha)	300	206	122	122	300	337	298	202	119	119	298	335
Coronoides I (izquierda)	281	179	498	498	281	364	292	184	493	493	292	367

Tabla 10.

Punto	Imagen 11						Imagen 11					
	Template (Automatización)						Template (Manual)					
	Sagital			Axial			Sagital			Axial		
	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ
Nasion (Na)	436	29	269	269	436	514	438	32	274	274	438	521
Silla Turca (S)	140	113	294	294	140	430	144	117	297	297	144	436
Basion (Ba)	119	247	283	283	119	296	119	249	287	287	119	299
Espina Nasal Anterior (ENA)	474	208	275	275	474	335	474	208	279	279	474	339
Espina Nasal Posterior (ENP)	286	236	287	287	286	307	289	237	283	283	289	311
Fosa Derecha (Fd)	137	158	84	84	137	385	144	163	89	89	144	389
Fosa Izquierda (Fi)	160	166	479	479	160	377	158	169	482	482	158	374
Sutura Frontomalar derecha (Ft-d)	329	25	78	78	329	518	335	29	81	81	335	509
Sutura Frontomalar derecha (Ft-i)	350	57	485	485	350	486	347	53	479	479	347	491
1er Molar 6 Inf derecho	372	367	171	171	372	176	369	371	175	175	369	181
1er Molar 6 Inf izquierdo	356	374	379	379	356	169	356	377	375	375	356	194
Canino 3 inferior derecho	463	349	224	224	463	194	465	351	226	226	465	197
Canino 3 inferior izquierdo	459	356	324	324	459	187	459	356	324	324	459	191
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	374	281	165	165	374	262	374	284	167	167	374	265
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	359	278	398	398	359	265	362	281	398	398	362	261
Canino 3 superior derecho	469	276	219	219	469	267	471	280	225	225	471	267
Canino 3 superior izquierdo	469	286	344	344	469	257	469	286	339	339	469	253
Tuberosidad D (derecha)	275	226	197	197	275	317	271	223	194	194	271	311
Tuberosidad I (izquierda)	283	222	381	381	283	321	283	222	388	388	283	325
Infraorbitario D (Derecho)	396	136	140	140	396	407	396	138	145	145	396	411
Infraorbitario I (Izquierdo)	419	129	389	389	419	414	415	131	385	385	415	421
Condillium D (derecho)	135	180	76	76	135	363	139	185	79	79	139	359
Condillium I (izquierdo)	152	188	485	485	152	355	148	188	478	478	148	351
Gonion D (Derecho)	203	368	100	100	203	175	199	364	108	108	199	181
Gonion I (Izquierdo)	203	380	445	445	203	163	201	382	445	445	201	167
Base Mandibular D (derecha)	410	437	182	182	410	106	412	439	187	187	412	111
Base Mandibular I (izquierda)	413	441	183	183	413	102	415	445	185	185	415	107
Pogonion	465	440	269	269	465	103	465	443	269	269	465	103
Mentón	449	467	266	266	449	76	451	469	269	269	451	79
Coronoides D (derecha)	287	197	109	109	287	346	289	197	112	112	289	346
Coronoides I (izquierda)	294	194	458	458	294	349	294	197	453	453	294	353

Tabla 11.

Punto	Imagen 12						Imagen 12					
	Template (Automatización)						Template (Manual)					
	Sagital			Axial			Sagital			Axial		
	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ
Nasion (Na)	468	77	328	328	468	466	469	77	330	330	469	469
Silla Turca (S)	214	121	319	319	214	422	219	119	315	315	219	425
Basion (Ba)	133	246	297	297	133	297	135	248	299	299	135	301
Espina Nasal Anterior (ENA)	490	278	315	315	490	265	492	278	319	319	492	269
Espina Nasal Posterior (ENP)	302	266	313	313	302	277	305	267	313	313	305	279
Fosa Derecha (Fd)	154	164	99	99	154	379	157	168	101	101	157	383
Fosa Izquierda (Fi)	178	162	491	491	178	381	172	160	490	490	172	378
Sutura Frontomalar derecha (Ft-d)	386	48	125	125	386	495	386	51	129	129	386	491
Sutura Frontomalar derecha (Ft-i)	379	59	513	513	379	484	381	61	513	513	381	484
1er Molar 6 Inf derecho	398	410	220	220	398	133	367	400	202	202	367	138
1er Molar 6 Inf izquierdo	385	402	412	412	385	141	363	399	422	422	363	141
Canino 3 inferior derecho	464	406	260	260	464	137	466	406	264	264	466	139
Canino 3 inferior izquierdo	461	401	371	371	461	142	461	401	374	374	461	145
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	410	307	218	218	410	236	407	309	221	221	407	232
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	399	320	411	411	399	223	399	322	415	415	399	226
Canino 3 superior derecho	470	321	249	249	470	222	469	321	245	245	469	226
Canino 3 superior izquierdo	463	323	384	384	463	220	463	325	387	387	463	222
Tuberosidad D (derecha)	296	239	234	234	296	304	297	239	237	237	297	309
Tuberosidad I (izquierda)	292	224	402	402	292	319	295	248	390	390	295	321
Infraorbitario D (Derecho)	430	189	219	219	430	354	432	189	221	221	432	357
Infraorbitario I (Izquierdo)	429	182	418	418	429	361	429	180	413	413	429	361
Condillium D (derecho)	145	194	88	88	145	349	147	197	90	90	147	351
Condillium I (izquierdo)	169	185	494	494	169	358	165	188	489	489	165	353
Gonion D (Derecho)	198	410	149	149	198	133	197	411	151	151	197	136
Gonion I (Izquierdo)	191	401	465	465	191	142	194	403	462	462	194	147
Base Mandibular D (derecha)	403	498	227	227	403	45	403	495	230	230	403	49
Base Mandibular I (izquierda)	405	501	228	228	405	42	407	503	231	231	407	41
Pogonion	463	490	314	314	463	53	463	490	315	315	463	55
Mentón	435	518	315	315	435	25	437	518	319	319	437	31
Coronoides D (derecha)	318	223	146	146	318	320	321	223	149	149	321	323
Coronoides I (izquierda)	297	196	489	489	297	347	307	203	473	473	307	354

Tabla 12.

Punto	Imagen 13						Imagen 13					
	Template (Automatización)						Template (Manual)					
	Sagital			Axial			Sagital			Axial		
	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ	VALOR EJEX	VALOR EJEY	VALOR EJEZ
Nasion (Na)	445	76	305	305	445	467	447	79	309	309	447	469
Silla Turca (S)	156	110	299	299	156	433	159	113	297	297	159	437
Basion (Ba)	67	204	292	292	67	339	67	207	294	294	67	337
Espina Nasal Anterior (ENA)	448	272	313	313	448	271	452	272	309	309	452	276
Espina Nasal Posterior (ENP)	238	253	304	304	238	290	239	254	304	304	239	295
Fosa Derecha (Fd)	119	146	95	95	119	397	121	149	98	98	121	394
Fosa Izquierda (Fi)	100	147	489	489	100	396	104	147	485	485	104	394
Sutura Frontomalar derecha (Ft-d)	362	71	95	95	362	472	371	70	99	99	371	475
Sutura Frontomalar izquierda (Ft-i)	340	86	517	517	340	457	345	85	511	511	345	361
1er Molar 6 Inf derecho	343	381	202	202	343	162	347	385	207	207	347	167
1er Molar 6 Inf izquierdo	334	384	411	411	334	159	336	384	409	409	336	163
Canino 3 inferior derecho	432	403	260	260	432	140	433	407	264	264	433	145
Canino 3 inferior izquierdo	424	398	376	376	424	145	427	398	379	379	427	149
Mx 6 D (Molar superior derecho 16)	338	301	196	196	338	242	335	301	197	197	335	245
Mx 6 I (Molar superior izquierdo 26)	334	311	426	426	334	232	328	306	429	429	328	335
Canino 3 superior derecho	430	321	244	244	430	222	428	321	245	245	428	225
Canino 3 superior izquierdo	423	324	385	385	423	219	435	347	242	242	435	221
Tuberosidad D (derecha)	250	231	216	216	250	312	247	233	219	219	247	316
Tuberosidad I (izquierda)	232	234	397	397	232	309	236	234	394	394	236	311
Infraorbitario D (Derecho)	395	210	180	180	395	333	391	212	183	183	391	336
Infraorbitario I (Izquierdo)	385	200	435	435	385	343	387	203	347	347	387	347
Condilium D (derecho)	107	171	98	98	107	372	106	173	98	98	106	375
Condilium I (izquierdo)	91	162	490	490	91	381	95	164	494	494	95	387
Gonion D (Derecho)	142	380	126	126	142	163	139	376	135	135	139	168
Gonion I (Izquierdo)	125	377	474	474	125	166	104	359	481	481	104	166
Base Mandibular D (derecha)	351	486	216	216	351	57	363	499	225	225	363	59
Base Mandibular I (Izquierda)	354	490	217	217	354	53	354	493	217	217	354	51
Pogonion	414	486	315	315	414	57	417	489	319	319	417	59
Mentón	390	509	316	316	390	34	392	509	314	314	392	37
Coronoides D (derecha)	266	222	129	129	266	321	263	219	131	131	263	324
Coronoides I (izquierda)	249	199	476	476	249	344	451	201	476	476	451	346