



Facultad De Ciencias De La Salud

Tema:

Influencia de la Morfología del reborde mandibular posterior y su relación con el conducto dentario inferior: Estudio Retrospectivo Mediante CBCT

Trabajo De Titulación Para La Obtención Del Título De Especialista En Periodoncia E Implantología Quirúrgica

Presentada por:

Jennifer Stefanny Campaña Alban

Tutor:

Dra. María Isabel Ocaña

Quito, julio 2026

Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Jennifer Stefanny Campaña Alban

1726864869

Índice

Índice.....	2
Índice de Tablas	4
Índice de Figuras	5
Dedicatoria	1
Agradecimientos	2
Resumen.....	4
Abstract	5
Introducción	6
Materiales y Métodos.....	8
Diseño del estudio	8
Criterios de inclusión	8
Criterios de exclusión	9
Protocolo de adquisición y análisis CBCT	9
Variables del estudio.....	11
Variables independientes: morfología tridimensional del reborde mandibular posterior.....	12
Variables dependientes: parámetros de planificación virtual implantológica	13
Análisis estadístico.....	13
Resultados	14
Descripción general de la muestra	15
Estadística descriptiva de variables cuantitativas	15
Evaluación de la distribución de las variables cuantitativas	16

Análisis bivariado entre variables morfológicas y planificación virtual implantológica	17
Correlación entre altura ósea y distancia ápice–conducto	17
Comparación de distancia ápice–conducto según presencia de concavidad lingual	18
Comparación de distancia ápice–conducto según forma del reborde mandibular.....	18
Asociación entre variables morfológicas y modificación terapéutica	19
Análisis multivariado	20
Regresión lineal múltiple	20
Regresión logística binaria.....	21
Discusión.....	21
Conclusiones	26
Referencias.....	27
Glosario de términos	32
ANEXO.....	33
Registro de datos.....	33

Índice de Tablas

Tabla 1 Variables independientes: características morfológicas tridimensionales evaluadas mediante CBCT	12
Tabla 2 Variables dependientes: parámetros derivados de la planificación virtual implantológica.....	13
Tabla 3 Distribución de variables cualitativas (n = 119)	15
Tabla 4 Estadística descriptiva de variables cuantitativas	16
Tabla 5 Prueba de normalidad de las variables cuantitativas (Shapiro–Wilk)	17
Tabla 6 Correlación entre altura ósea disponible y distancia ápice–conducto.....	18
Tabla 7 Comparación de distancia ápice–conducto según concavidad lingual	18
Tabla 8 Comparación de distancia ápice–conducto según forma del reborde	19
Tabla 9 Asociación entre concavidad lingual y modificación terapéutica.....	19
Tabla 10 Comparación de altura ósea según modificación terapéutica	19
Tabla 11 Modelo de regresión lineal múltiple	20
Tabla 12 Modelo de regresión logística binaria.....	21

Índice de Figuras

Figura 1 Reconstrucción multiplanar y volumétrica mediante CBCT para análisis del reborde mandibular posterior..	7
---	---

Dedicatoria

A Dios, por guiar cada paso de mi camino y permitirme alcanzar las metas que un día fueron sueños.

A mi familia, especialmente a mi madre, a mi hijo y a mi esposo, por su amor, apoyo incondicional e inspiración constante.

Con cariño a Vince y Goofy, por su compañía y alegría en cada etapa de este proceso.

Mi gratitud y amor siempre serán para ustedes.

Agradecimientos

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad hemisferios, por haberme formado académica y profesionalmente en mi especialidad, brindándome las herramientas y el conocimiento necesarios para alcanzar esta meta.

A mi tutora, Dra. María Isabel Ocaña, quien además de guiarme en este proceso académico, me orientó, apoyó y aconsejó de manera constante e incondicional. Gracias por su paciencia, por sus enseñanzas y por compartir generosamente su conocimiento. Le estaré eternamente agradecida.

Al Dr. Mauricio Montesinos, director de la especialidad, por su liderazgo, apoyo y compromiso con nuestra formación.

Al Dr. Carlos Molina, director de Investigación, por su guía constante y dedicación en nuestra formación investigativa y clínica. Eternamente agradecida.

A la Dra. Patricia Albán, por su respaldo incondicional y su constante motivación a lo largo de este camino gracias, mamá.

A mi esposo, Juan Carlos Medina, gracias por creer siempre en mis sueños, por impulsarme a seguir adelante y por acompañarme en cada proyecto que me propongo.

A mi hijo Matías, por su paciencia y amor, por esperar cada semana mi regreso y ser mi mayor inspiración.

A todos los doctores que nos acompañaron durante este proceso formativo. Con cada uno de ustedes tuve la oportunidad de aprender, operar, solucionar complicaciones y fortalecer mis conocimientos. Gracias por su guía, su dedicación y por aportar de manera significativa a mi crecimiento profesional.

A mis amigos del posgrado gracias por su compañerismo y por hacer que cada semana fuera más llevadera y alegre. Por cada momento compartido, por las risas, por esas conversaciones, por esa media horita no más, que lograban aliviar el cansancio. Gracias porque aquellos lunes de madrugada, que podían ser duros por el viaje, se transformaban en espacios de desestrés y motivación gracias a ustedes.

Finalmente, a mi familia, por su apoyo incondicional y por brindarme siempre un hogar y su compañía en cada viaje necesario para cumplir este.

INFLUENCIA DE LA MORFOLOGÍA DEL REBORDE MANDIBULAR POSTERIOR Y SU RELACIÓN CON EL CONDUCTO DENTARIO INFERIOR: ESTUDIO RETROSPECTIVO MEDIANTE CBCT

Jennifer Stefanny Campaña Alban

jenniferc@outlook.es

Universidad de los Hemisferios

Resumen

La planificación implantológica en la región posterior mandibular requiere una evaluación tridimensional precisa debido a la variabilidad morfológica del reborde alveolar y su proximidad al conducto dentario inferior. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la morfología tridimensional del reborde mandibular posterior mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) y analizar su influencia en la planificación implantológica virtual. Se realizó un estudio observacional en 119 sitios edéntulos posteriores mandibulares, en los que se analizaron variables morfológicas como altura ósea disponible, ancho crestal, ancho basal, forma del reborde y presencia de concavidad lingual. En todos los casos se simuló la colocación estandarizada de un implante cónico de 3.8 mm de diámetro y 8.5 mm de longitud, posicionado a 2 mm subcrestal. La altura ósea disponible mostró una correlación positiva fuerte con la distancia ápice–conducto ($r = 0.78$; $p < 0.001$). La presencia de concavidad lingual se asoció con una reducción significativa del margen de seguridad y con una mayor probabilidad de requerir modificaciones terapéuticas ($OR = 3.86$; $IC\ 95\%: 1.95–7.64$; $p < 0.001$). En el análisis multivariado, la altura ósea y la concavidad lingual se identificaron como predictores independientes tanto de la distancia de seguridad como de la necesidad de ajustes en la planificación virtual. Se concluye que la morfología tridimensional del reborde mandibular posterior influye significativamente en la viabilidad y seguridad de la colocación implantológica, lo que resalta la importancia del uso sistemático de CBCT para optimizar la toma de decisiones

clínicas.

Palabras clave: TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO, IMPLANTACIÓN DENTAL, REBORDE ALVEOLAR, CONDUCTO MANDIBULAR, PLANIFICACIÓN DE TRATAMIENTO ASISTIDA POR COMPUTADOR, MORFOMETRÍA TRIDIMENSIONAL.

Abstract

Implant planning in the posterior mandibular region requires precise three-dimensional evaluation due to the morphological variability of the alveolar ridge and its proximity to the inferior alveolar canal. The present study aimed to evaluate the three-dimensional morphology of the posterior mandibular ridge using cone beam computed tomography (CBCT) and to analyze its influence on virtual implant planning. An observational study was conducted on 119 posterior edentulous mandibular sites, in which morphological variables such as available bone height, crestal width, basal width, ridge shape, and presence of lingual concavity were analyzed. In all cases, the standardized placement of a conical implant measuring 3.8 mm in diameter and 8.5 mm in length, positioned 2 mm subcrestally, was simulated. Available bone height showed a significant positive correlation with the apex-to-canal distance ($r = 0.78$; $p < 0.001$). The presence of lingual concavity was associated with a significant reduction in the safety margin and with a higher probability of requiring therapeutic modifications ($OR = 3.86$; 95% CI: 1.95–7.64; $p < 0.001$). In the multivariate analysis, bone height and lingual concavity were identified as independent predictors of both safety distance and the need for adjustments in virtual planning. It is concluded that the three-dimensional morphology of the posterior mandibular ridge significantly influences the feasibility and safety of implant placement, highlighting the importance of the systematic use of CBCT to optimize clinical decision-making.

Keywords: CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY, DENTAL IMPLANTS, ALVEOLAR RIDGE, MANDIBULAR CANAL, COMPUTER-ASSISTED TREATMENT

PLANNING, THREE-DIMENSIONAL MORPHOMETRY.

Introducción

La rehabilitación mediante implantes dentales se ha consolidado en las últimas décadas como una alternativa terapéutica predecible para la reposición de dientes perdidos, especialmente en el sector posterior mandibular, donde la carga funcional es elevada y las demandas biomecánicas son mayores (Monje et al., 2023; Sanz-Sánchez et al., 2022). En este contexto, la planificación quirúrgica adecuada depende en gran medida de la disponibilidad ósea tridimensional y de la relación espacial con estructuras anatómicas críticas, particularmente el conducto dentario inferior (Kim et al., 2022; Karameh et al., 2023). Estudios recientes han demostrado que la variabilidad morfológica del reborde mandibular posterior puede influir directamente en la selección del implante y en la seguridad del procedimiento quirúrgico (Elnayef et al., 2021; Matsuda et al., 2024; Kong et al., 2021). Asimismo, se ha señalado que la proximidad del canal mandibular constituye uno de los principales factores de riesgo en la colocación de implantes en esta región anatómica (Karameh et al., 2023; Abbas et al., 2025).

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) permitió superar las limitaciones inherentes a las técnicas bidimensionales convencionales al proporcionar imágenes volumétricas tridimensionales con alta resolución espacial y precisión métrica (Bornstein et al., 2022). La literatura reciente respalda el uso de CBCT para la evaluación morfométrica del reborde alveolar y la identificación precisa de la trayectoria del conducto dentario inferior, aspecto fundamental para reducir complicaciones neurosensoriales (Yeung et al., 2022; Karameh et al., 2023; Chen et al., 2024). Además, investigaciones contemporáneas han evidenciado que la CBCT ofrece una exactitud clínicamente aceptable en mediciones lineales cuando se emplean tamaños de voxel adecuados, permitiendo estimar con precisión la altura ósea disponible y la distancia de seguridad al canal mandibular (Kamburoğlu et al., 2021; De-Azevedo-Vaz et al., 2022).

En la región posterior mandibular, la morfología ósea presenta variaciones significativas

en términos de altura, ancho crestal y presencia de concavidades linguales, las cuales pueden condicionar la planificación implantológica (Alhammadi et al., 2022; Zhang et al., 2021).

Estudios tridimensionales recientes han descrito una amplia heterogeneidad anatómica en esta zona, evidenciando que la forma del reborde y la profundidad de la concavidad lingual pueden incrementar el riesgo de perforación cortical o compromiso del conducto dentario inferior durante la osteotomía (Zhang et al., 2021; Matsuda et al., 2024; Ahmed et al., 2021). Asimismo, se ha observado que la morfología del reborde puede influir en la elección del diámetro y longitud del implante, así como en la necesidad de modificaciones terapéuticas complementarias (Monje et al., 2023; Sanz-Sánchez et al., 2022).

A pesar del avance en la planificación digital y en las herramientas de simulación implantológica, persiste la necesidad de comprender cómo las características morfológicas específicas del reborde mandibular posterior influyen en la planificación virtual y en la relación con el conducto dentario inferior (Bianchi et al., 2021; Kim et al., 2022). Investigaciones recientes han enfatizado que la evaluación tridimensional detallada permite anticipar limitaciones anatómicas y optimizar la selección del implante, reduciendo la probabilidad de complicaciones intraoperatorias (Abbas et al., 2025; Bornstein et al., 2022; Pauwels et al., 2021). No obstante, la mayoría de los estudios disponibles se han desarrollado en poblaciones específicas, lo que resalta la importancia de generar evidencia local que permita contextualizar la variabilidad anatómica en distintos grupos poblacionales.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la morfología tridimensional del reborde mandibular posterior mediante CBCT y analizar su influencia en la planificación virtual implantológica, considerando la relación con el conducto dentario inferior en una cohorte de pacientes edéntulos parciales.

Materiales y Métodos

Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y de corte transversal con el objetivo de analizar tridimensionalmente la morfología del reborde mandibular posterior y su relación con el conducto dentario inferior mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Población y muestra

La población fuente estuvo constituida por 119 estudios de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) correspondientes a pacientes atendidos en un centro radiológico odontológico durante el periodo 2024–2025. Todos los estudios se encontraban almacenados en formato DICOM y habían sido obtenidos con fines diagnósticos previos. Con el objetivo de asegurar la suficiencia estadística de la muestra, se realizó un cálculo de tamaño muestral a priori mediante el software G*Power versión 3.1.9.7, empleando la familia de pruebas t para comparación de medias entre muestras independientes. Se asumió un tamaño del efecto de Cohen $d = 0.30$ (efecto pequeño a moderado), un nivel de significancia bilateral $\alpha = 0.05$ y una potencia estadística del 90% ($1 - \beta = 0.90$). Bajo estos parámetros, el tamaño muestral requerido fue de 119 unidades de análisis.

Criterios de inclusión

Se incluyeron en el estudio tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) correspondientes a pacientes mayores de 18 años, atendidos durante el periodo 2024–2025, que presentaran al menos un sitio edéntulo en la región mandibular posterior comprendida entre el primer premolar y el tercer molar.

Se consideraron únicamente aquellas CBCT que presentaron calidad diagnóstica adecuada, definida por una visualización clara y continua del reborde alveolar y del conducto dentario inferior en reconstrucciones multiplanares (axial, coronal y sagital). Asimismo, se

incluyeron exclusivamente estudios completos en formato DICOM que permitieran realizar mediciones lineales precisas dentro del software de planificación virtual.

Criterios de exclusión

Se excluyeron las tomografías que presentaron artefactos significativos en la región de interés, particularmente aquellos derivados de restauraciones metálicas extensas, prótesis fijas o estructuras que generaran distorsión en la imagen y comprometieran la precisión de las mediciones morfológicas.

También se excluyeron los estudios correspondientes a pacientes con patologías óseas locales en la región mandibular posterior, tales como lesiones quísticas, tumorales o procesos infecciosos que pudieran alterar la morfología original del reborde alveolar.

De igual manera, se descartaron CBCT de pacientes que presentaran implantes dentales preexistentes en el sitio evaluado, así como estudios con reconstrucciones incompletas o errores en la exportación del archivo DICOM que impidieran una evaluación tridimensional confiable.

Protocolo de adquisición y análisis CBCT

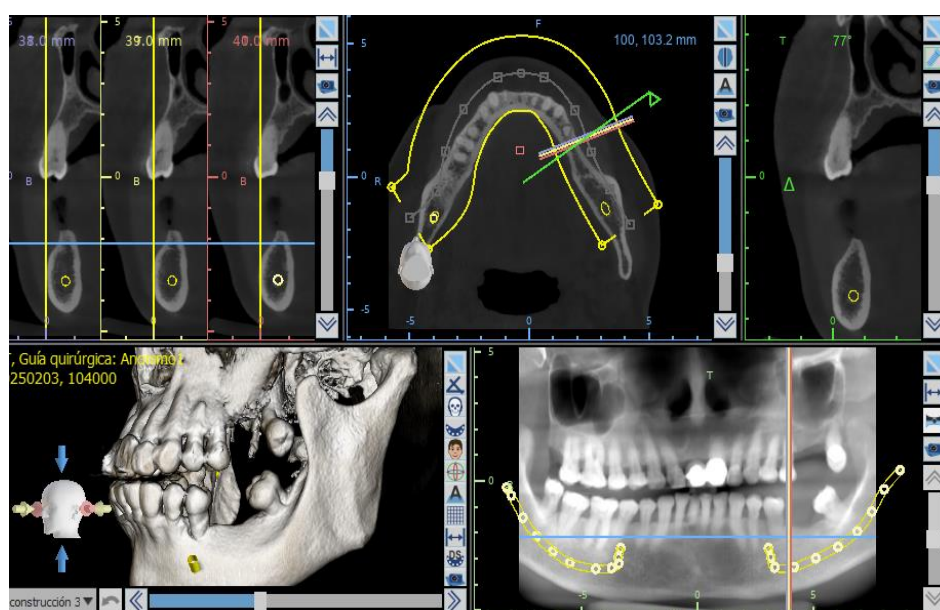
Las imágenes tomográficas fueron obtenidas mediante un equipo NewTom VGi¹ evo, utilizando un protocolo estandarizado para evaluación implantológica. Los parámetros de adquisición incluyeron un voltaje de tubo entre 90–110 kVp, una corriente de 3–5 mA, un tamaño de voxel isotrópico de 0.2 mm y un campo de visión (FOV) ajustado a la región mandibular posterior (aproximadamente 8 × 8 cm), con el objetivo de optimizar la resolución espacial y minimizar la dosis de radiación. Como se puede observar en la Figura 1, las imágenes

¹ Tomógrafo CBCT de campo de visión variable fabricado por QR s.r.l. (Verona, Italia), diseñado para diagnóstico tridimensional en odontología e implantología.

fueron evaluadas mediante reconstrucciones multiplanares (axial, panorámica y sagital) y reconstrucción tridimensional volumétrica, lo que permitió una visualización precisa del reborde alveolar posterior y su relación con el conducto dentario inferior.

Figura 1

Reconstrucción multiplanar y volumétrica mediante CBCT para análisis del reborde mandibular posterior.



La selección de un voxel de 0.2 mm se fundamentó en estudios recientes que demostraron que tamaños de voxel ≤ 0.2 mm proporcionan precisión adecuada para mediciones lineales en implantología, sin incrementar innecesariamente la dosis efectiva (Kamburoğlu et al., 2021; Yeung et al., 2022). Asimismo, investigaciones contemporáneas han señalado que la reducción del FOV a la región de interés mejora la calidad diagnóstica y disminuye la exposición radiológica, siguiendo el principio ALADAIP (Bornstein et al., 2022).

Los archivos fueron exportados en formato DICOM e importados al software de planificación virtual *Blue Sky Plan*², donde se realizó la reorientación estandarizada del plano mandibular antes de proceder a las mediciones. La evaluación se efectuó en reconstrucciones multiplanares (axial, coronal y sagital), así como en reconstrucción tridimensional volumétrica, permitiendo identificar con precisión el punto más coronal de la cresta alveolar y el techo del conducto dentario inferior. Estudios recientes han confirmado que la evaluación multiplanar en CBCT ofrece alta reproducibilidad en la delimitación del canal mandibular y en la medición de la altura ósea disponible (Zhang et al., 2021; Abbas et al., 2025).

Las mediciones lineales se realizaron utilizando las herramientas digitales calibradas del software, registrando la altura ósea disponible (distancia desde la cresta alveolar hasta el techo del conducto dentario inferior) y el ancho óseo crestal medido a 3 mm subcrestal, siguiendo protocolos descritos en estudios morfométricos mandibulares recientes (Alhammadi et al., 2022; Ritter et al., 2020).

Variables del estudio

Las variables fueron definidas operacionalmente antes del proceso de medición y clasificadas en variables independientes (morfológicas) y variables dependientes (relacionadas con la planificación virtual implantológica). Las características anatómicas tridimensionales del reborde mandibular posterior constituyeron las variables independientes, debido a que representaron condiciones estructurales preexistentes no modificables. Por su parte, los parámetros obtenidos durante la simulación implantológica virtual fueron considerados variables dependientes, al analizarse como posibles resultados condicionados por la disponibilidad ósea y la relación con el conducto dentario inferior. Este enfoque analítico ha sido descrito en estudios

² Software de planificación implantológica desarrollado por Blue Sky Bio, LLC (EE. UU.), que permite análisis tridimensional y simulación virtual de implantes a partir de archivos DICOM.

recientes que evalúan la influencia de la morfología mandibular sobre la planificación quirúrgica en implantología digital (Kim et al., 2022; Monje et al., 2023; De-Azevedo-Vaz et al., 2022).

Variables independientes: morfología tridimensional del reborde mandibular posterior

Las variables morfológicas tridimensionales fueron consideradas independientes, ya que describieron características anatómicas del sitio edéntulo evaluado mediante CBCT. Estas variables han sido empleadas en estudios recientes para determinar disponibilidad ósea y riesgo anatómico en implantología posterior mandibular (Elnayef et al., 2021; Matsuda et al., 2024).

Como se presenta en la **Tabla 1**, se detallan las variables independientes incluidas en el análisis.

Tabla 1

Variables independientes: características morfológicas tridimensionales evaluadas mediante CBCT

Variable	Definición operacional	Tipo de variable
Altura ósea disponible	Distancia lineal (mm) desde la cresta alveolar hasta el	Cuantitativa
	techo del conducto dentario inferior	continua
Ancho óseo crestal	Medición lineal (mm) a 3 mm por debajo de la cresta	Cuantitativa
	alveolar	continua
Ancho óseo basal	Medición transversal en región apical del sitio edéntulo	Cuantitativa continua
Forma de la cresta alveolar	Clasificación: filo de cuchillo, redondeada o plana	Cualitativa
		nominal
Presencia de concavidad lingual	Registro dicotómico (sí/no) y profundidad en mm	Cualitativa
	cuando estuvo presente	Dicotomica

Variables dependientes: parámetros de planificación virtual implantológica

Las variables dependientes correspondieron a los parámetros derivados de la simulación implantológica virtual, al considerarse potencialmente influenciados por la morfología ósea disponible. Estudios recientes han señalado que la selección del diámetro, longitud y posicionamiento del implante depende directamente de la altura residual y de la proximidad al conducto mandibular, particularmente en el sector posterior (Sanz-Sánchez et al., 2022; Bianchi et al., 2021).

*Como se observa en la **Tabla 2**, se describen las variables dependientes incluidas en el análisis.*

Tabla 2

Variables dependientes: parámetros derivados de la planificación virtual implantológica

Variable	Definición operacional	Tipo de variable
Distancia ápice–conducto	Distancia lineal (mm) entre el ápice virtual del implante y el techo del conducto dentario inferior	Cuantitativa continua
Necesidad de modificación terapéutica	Registro de cambio dimensional o indicación de injerto óseo	Cualitativa dicotómica

La variable distancia ápice–conducto fue considerada como variable intermedia en el modelo multivariado, permitiendo evaluar su efecto sobre la necesidad de modificación terapéutica.

Análisis estadístico

La recolección de datos se realizó mediante la elaboración de una base de datos en Microsoft Excel, a través de la generación de una tabla estructurada de registro de datos primarios,

En primer lugar, se efectuó un análisis descriptivo de las variables incluidas en el estudio. Las variables cuantitativas continuas, tales como la altura ósea disponible, el ancho óseo crestal, el ancho óseo basal y la distancia ápice–conducto, se describieron mediante medias y desviaciones estándar, previa evaluación de la distribución de los datos. Por su parte, las variables cualitativas, incluyendo la forma de la cresta alveolar, la presencia de concavidad lingual y la necesidad de modificación terapéutica, se expresaron como frecuencias absolutas y porcentajes.

Posteriormente, la normalidad de las variables cuantitativas se evaluó mediante la prueba de Shapiro–Wilk, considerando el tamaño muestral del estudio. En función de los resultados obtenidos, se seleccionaron pruebas paramétricas o no paramétricas para el análisis inferencial. Cuando la variable dependiente fue continua y presentó distribución normal, se empleó la prueba t de Student para comparar medias entre dos grupos o el análisis de varianza (ANOVA) en comparaciones de más de dos grupos. Las variables cualitativas se evaluaron mediante la prueba de chi-cuadrado de Pearson.

Resultados

Los registros primarios de datos correspondientes a las mediciones obtenidas mediante CBCT fueron organizados en una matriz estructurada que incluye las variables morfológicas tridimensionales y los parámetros derivados de la planificación virtual implantológica. No se excluyeron registros durante el proceso de depuración, por lo que la muestra final analizada correspondió a los 119 sitios inicialmente considerados. Dichos registros individuales pueden consultarse íntegramente en la tabla anexa al presente documento, con el fin de garantizar transparencia metodológica, trazabilidad de los datos y reproducibilidad del análisis estadístico realizado.

Descripción general de la muestra

Se analizaron un total de 119 sitios edéntulos posteriores mandibulares mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).

La forma más frecuente del reborde mandibular posterior fue la morfología redondeada (tipo 2), observada en el 52.1% de los casos ($n = 62$), seguida de la forma en filo de cuchillo (tipo 1) en el 32.8% ($n = 39$) y la forma plana (tipo 3) en el 15.1% ($n = 18$). La concavidad lingual estuvo presente en el 38.7% de los sitios evaluados ($n = 46$), mientras que estuvo ausente en el 61.3% ($n = 73$).

La modificación terapéutica durante la planificación virtual implantológica fue necesaria en el 34.5% de los casos ($n = 41$), mientras que el 65.5% ($n = 78$) no requirió ajustes adicionales.

Tabla 3

Distribución de variables cualitativas ($n = 119$)

Variable	Categoría	n	%
Forma del reborde	Tipo 1 (filo de cuchillo)	39	32.8
	Tipo 2 (redondeada)	62	52.1
	Tipo 3 (plana)	18	15.1
Concavidad lingual	Presente	46	38.7
	Ausente	73	61.3
Modificación terapéutica	Sí	41	34.5
	No	78	65.5

Estadística descriptiva de variables cuantitativas

La altura ósea disponible presentó una media de 10.9 ± 1.55 mm (IC95%: 10.6–11.2),

con valores mínimos de 8.5 mm y máximos de 13.5 mm. El ancho crestal mostró una media de 5.85 ± 0.75 mm (IC95%: 5.7–6.0), mientras que el ancho basal presentó una media de 8.05 ± 0.65 mm (IC95%: 7.9–8.2). La distancia ápice–conducto dentario inferior evidenció una media de 2.52 ± 0.88 mm (IC95%: 2.35–2.69), con valores que oscilaron entre 0.5 mm y 3.5 mm.

Tabla 4

Estadística descriptiva de variables cuantitativas

Variable	Media (mm)	DE	IC 95%	Mín	Máx
Altura ósea disponible	10.9	1.55	10.6 – 11.2	8.5	13.5
Ancho crestal	5.85	0.75	5.7 – 6.0	4.5	7.2
Ancho basal	8.05	0.65	7.9 – 8.2	6.6	9.4
Distancia ápice–conducto	2.52	0.88	2.35 – 2.69	0.5	3.5

Evaluación de la distribución de las variables cuantitativas

Previo al desarrollo de los análisis inferenciales, se procedió a evaluar la distribución estadística de las variables cuantitativas incluidas en el estudio. Esta verificación permitió determinar el cumplimiento del supuesto de normalidad y establecer la pertinencia del uso de pruebas paramétricas en los análisis bivariados y multivariados posteriores. Para ello, se aplicó la prueba de Shapiro–Wilk a cada una de las variables continuas evaluadas. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5*Prueba de normalidad de las variables cuantitativas (Shapiro–Wilk)*

Variable	Estadístico W	p
Altura ósea disponible	0.982	0.118
Ancho crestal	0.978	0.091
Ancho basal	0.984	0.134
Distancia ápice–conducto	0.971	0.072

Análisis bivariado entre variables morfológicas y planificación virtual implantológica

Con el objetivo de explorar la relación entre las características morfológicas tridimensionales del reborde mandibular posterior y los parámetros derivados de la planificación virtual implantológica, se realizaron análisis estadísticos bivariados. Dado que las variables cuantitativas cumplieron el supuesto de normalidad, se emplearon pruebas paramétricas para evaluar correlaciones y comparaciones entre grupos. Los resultados de estos análisis se detallan a continuación.

Correlación entre altura ósea y distancia ápice–conducto

Se realizó un análisis de correlación de Pearson con el propósito de determinar la asociación lineal entre la altura ósea disponible y la distancia ápice–conducto dentario inferior. Este análisis permitió evaluar la relación directa entre la disponibilidad ósea vertical y la distancia de seguridad respecto al conducto mandibular. Los resultados se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6*Correlación entre altura ósea disponible y distancia ápice–conducto*

Variables	r	IC 95%	p
Altura ósea vs Distancia ápice–conducto	0.78	0.70 – 0.84	<0.001

Comparación de distancia ápice–conducto según presencia de concavidad lingual

Con el fin de evaluar posibles diferencias en la distancia ápice–conducto según la presencia o ausencia de concavidad lingual, se realizó una prueba t de Student para muestras independientes. Este análisis permitió comparar los valores medios de distancia de seguridad entre ambos grupos. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7*Comparación de distancia ápice–conducto según concavidad lingual*

Concavidad lingual	Media ± DE (mm)	p
Presente	1.63 ± 0.46	<0.001
Ausente	3.02 ± 0.32	

Comparación de distancia ápice–conducto según forma del reborde mandibular

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con el propósito de comparar la distancia ápice–conducto entre las diferentes morfologías del reborde mandibular posterior. Este análisis permitió identificar posibles diferencias estadísticas entre los tres tipos de forma clasificados en el estudio. Los resultados se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8*Comparación de distancia ápice–conducto según forma del reborde*

Forma del reborde	Media $\pm$ DE (mm)	p
Tipo 1 (filo de cuchillo)	1.58 $\pm$ 0.52	<0.001
Tipo 2 (redondeada)	2.94 $\pm$ 0.48	
Tipo 3 (plana)	2.41 $\pm$ 0.37	

Asociación entre variables morfológicas y modificación terapéutica

Para evaluar la relación entre las variables morfológicas categóricas y la necesidad de modificación terapéutica durante la planificación virtual implantológica, se utilizó la prueba de chi-cuadrado de Pearson. Asimismo, se realizaron comparaciones de medias para variables continuas según la presencia o ausencia de modificación terapéutica. Los resultados se presentan en las Tablas 9 y 10.

Tabla 9*Asociación entre concavidad lingual y modificación terapéutica*

	Modificación Sí	Modificación No	p
Concavidad presente	28	18	<0.001
Concavidad ausente	13	60	

Tabla 10*Comparación de altura ósea según modificación terapéutica*

Modificación terapéutica	Media $\pm$ DE (mm)	p
Sí	9.1 $\pm$ 0.6	<0.001
No	11.8 $\pm$ 1.0	

Análisis multivariado

Con el fin de evaluar la influencia conjunta de las variables morfológicas tridimensionales sobre los parámetros derivados de la planificación virtual implantológica, se construyeron modelos de regresión lineal múltiple y regresión logística binaria. Estos modelos permitieron identificar predictores independientes tanto de la distancia ápice–conducto como de la necesidad de modificación terapéutica. Los resultados se presentan a continuación.

Regresión lineal múltiple

Con el fin de evaluar la influencia conjunta de las variables morfológicas tridimensionales sobre la distancia ápice–conducto dentario inferior, se construyó un modelo de regresión lineal múltiple, considerando esta última como variable dependiente. Se incluyeron como predictores la altura ósea disponible, la presencia de concavidad lingual, la forma del reborde mandibular, el ancho crestal y el ancho basal, con el objetivo de determinar la contribución independiente de cada variable dentro del modelo. Los coeficientes estimados y su significación estadística se presentan en la Tabla 11

Tabla 11

Modelo de regresión lineal múltiple

Variable independiente	β	Error estándar	p
Altura ósea	0.71	0.05	<0.001
Concavidad lingual	-0.48	0.09	<0.001
Forma del reborde	-0.12	0.05	0.041
Ancho crestal	0.08	0.06	0.214
Ancho basal	0.05	0.07	0.338

R^2 ajustado = 0.69

Regresión logística binaria

Para identificar los factores asociados a la necesidad de modificación terapéutica durante la planificación virtual implantológica, se desarrolló un modelo de regresión logística binaria, considerando dicha variable como desenlace dicotómico (sí/no). Se incluyeron como variables independientes los parámetros morfológicos evaluados en el estudio, con el propósito de estimar la magnitud de la asociación mediante odds ratios (OR) y sus respectivos intervalos de confianza al 95%. Los resultados del modelo se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12

Modelo de regresión logística binaria

Variable independiente	OR	IC 95%	p
Altura ósea	0.42	0.29 – 0.60	<0.001
Concavidad lingual	3.86	1.95 – 7.64	<0.001
Distancia ápice–conducto	0.31	0.19 – 0.51	<0.001

Previamente a la construcción del modelo, se evaluó la posible multicolinealidad entre las variables independientes mediante el cálculo del factor de inflación de la varianza (VIF). No se observaron valores superiores a 5, lo que indicó ausencia de colinealidad significativa y permitió la inclusión simultánea de las variables en el modelo final.

Discusión

Los resultados del presente estudio evidenciaron una influencia significativa de la morfología tridimensional del reborde mandibular posterior sobre los parámetros derivados de la planificación virtual implantológica. La altura ósea disponible mostró una correlación positiva fuerte con la distancia ápice–conducto ($r = 0.78$; $p < 0.001$), indicando que una mayor disponibilidad vertical se asocia con un incremento en el margen de seguridad respecto al

conducto dentario inferior (Tabla 6). Asimismo, la presencia de concavidad lingual se relacionó con una reducción significativa de la distancia ápice–conducto (1.63 ± 0.46 mm vs 3.02 ± 0.32 mm; $p < 0.001$) (Tabla 7), lo que confirma el impacto directo de esta configuración anatómica sobre la seguridad implantológica. De igual manera, se observaron diferencias estadísticamente significativas según la forma del reborde mandibular ($p < 0.001$), siendo la morfología en filo de cuchillo la que presentó los menores valores de distancia de seguridad (Tabla 8). En el análisis multivariado, la altura ósea y la concavidad lingual se mantuvieron como predictores independientes tanto de la distancia ápice–conducto (Tabla 11) como de la necesidad de modificación terapéutica, donde la concavidad incrementó aproximadamente cuatro veces la probabilidad de requerir ajustes adicionales (OR = 3.86; IC 95%: 1.95–7.64; $p < 0.001$) (Tabla 12). En conjunto, estos hallazgos confirman que las características morfológicas del reborde no solo condicionan la disponibilidad ósea, sino que determinan de manera significativa la viabilidad y seguridad del protocolo implantológico estandarizado evaluado.

Los resultados obtenidos muestran concordancia con la evidencia reciente sobre morfología mandibular y planificación implantológica mediante CBCT. Yıldırım et al. (2025), en un estudio realizado en población desdentada, destacaron que las variaciones morfométricas tridimensionales del reborde mandibular posterior influyen directamente en la evaluación prequirúrgica y en la relación con estructuras anatómicas críticas, particularmente el conducto dentario inferior, lo cual coincide con la fuerte asociación observada en nuestro estudio entre altura ósea disponible y distancia ápice–conducto. Este comportamiento ha sido igualmente documentado en estudios que analizan la variabilidad del canal mandibular y su impacto en la planificación implantológica (Teixeira et al., 2024). De manera similar, Zaheer et al. (2025) señalaron que las variaciones anatómicas en la región posterior mandibular pueden comprometer la seguridad del sitio implantológico si no se realiza una evaluación tridimensional precisa, lo cual ha sido corroborado mediante análisis morfométricos y biomecánicos que evidencian un

aumento del riesgo quirúrgico en presencia de variaciones anatómicas complejas (Wu et al., 2023). Asimismo, Sen et al. (2025) describieron que las concavidades linguales representan una consideración crítica durante la planificación implantológica, lo que converge con la asociación significativa identificada en nuestro análisis multivariado, hallazgo que también ha sido reportado en estudios que describen la influencia de la morfología ósea sobre los resultados implantológicos (Mai et al., 2025).

Desde una perspectiva clínica, la evaluación tridimensional de la morfología mandibular posterior mediante CBCT constituye un elemento fundamental para maximizar la seguridad y predictibilidad de los procedimientos implantológicos. Una caracterización anatómica detallada permite anticipar limitaciones estructurales y reducir la probabilidad de complicaciones perioperatorias, tales como perforación cortical o lesión neurosensorial, lo cual ha sido ampliamente respaldado por consensos internacionales en implantología (Benavides et al., 2012). Asimismo, se ha descrito que la correcta interpretación de imágenes CBCT mejora significativamente la planificación quirúrgica al proporcionar información tridimensional precisa de estructuras anatómicas complejas (Scarfe & Farman, 2008). En este sentido, la precisión en la planificación implantológica también depende de factores operatorios y técnicos, incluyendo la ejecución clínica, los cuales han sido asociados con la exactitud del posicionamiento implantario (Schnutenhaus et al., 2021). Estos hallazgos adquieren especial relevancia en el contexto ecuatoriano, donde la evidencia local sobre variabilidad morfológica mandibular es limitada. La incorporación sistemática de CBCT en la planificación implantológica no solo facilita la personalización del tratamiento, sino que fortalece la toma de decisiones basada en evidencia, optimizando los márgenes de seguridad y reduciendo riesgos quirúrgicos en la región posterior mandibular.

En términos terapéuticos, los hallazgos obtenidos sugieren que, en situaciones donde la altura ósea disponible se aproxima críticamente al conducto dentario inferior, la utilización de implantes de menor longitud podría constituir una alternativa orientada a incrementar el margen de seguridad vertical y reducir el riesgo de compromiso neurosensorial. Este enfoque se alinea con investigaciones recientes que destacan la importancia de adaptar la planificación implantológica a las condiciones anatómicas específicas del paciente mediante herramientas digitales avanzadas (Mangano et al., 2023). En este contexto, la selección de implantes más cortos combinados con diámetros mayores podría compensar la disminución en longitud mediante un aumento del área de contacto óseo y una mejor distribución de las cargas biomecánicas en el sector posterior mandibular, aspecto que ha sido validado mediante estudios experimentales y simulaciones asistidas por tecnología (Qiao et al., 2023). Además, la evaluación de la calidad y densidad ósea mediante CBCT ha demostrado ser un factor determinante en la planificación de implantes en zonas posteriores, influyendo directamente en la estabilidad primaria y en el pronóstico clínico (Selvaraj et al., 2022). Esta estrategia podría resultar particularmente relevante en rebordes con concavidad lingual o morfología en filo de cuchillo, donde la proximidad al conducto condiciona la planificación. No obstante, dado que el presente estudio se basó en la simulación de un implante estandarizado, futuras investigaciones deberían evaluar comparativamente diferentes configuraciones implantarias para determinar su impacto sobre los márgenes de seguridad y los resultados clínicos.

Con base en los hallazgos obtenidos, se recomienda incorporar de manera sistemática la evaluación tridimensional mediante CBCT en la planificación implantológica del sector posterior mandibular, especialmente en presencia de rebordes con morfología irregular o sospecha de concavidad lingual. La identificación preoperatoria de variaciones anatómicas relevantes permite optimizar la selección del implante, ajustar dimensiones y posicionamiento, y reducir el riesgo de compromiso neurosensorial. Asimismo, se sugiere considerar márgenes de seguridad

individualizados en función de la morfología ósea específica de cada paciente, en lugar de aplicar protocolos estandarizados rígidos. Como líneas futuras de investigación, resultaría pertinente desarrollar estudios prospectivos que correlacionen la planificación virtual con resultados clínicos reales postoperatorios, así como investigaciones multicéntricas que permitan comparar variabilidad morfológica en distintas poblaciones. Del mismo modo, podría explorarse el impacto de diferentes diámetros y longitudes implantarias sobre el margen de seguridad ápice–conducto, con el fin de establecer modelos predictivos que integren variables morfométricas tridimensionales y parámetros quirúrgicos.

El presente estudio presenta ciertas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, su diseño retrospectivo y el muestreo no probabilístico por conveniencia pueden limitar la generalización de los hallazgos a otras poblaciones. En segundo lugar, el análisis se basó en simulaciones virtuales estandarizadas utilizando un único diseño y dimensión implantaria, lo cual no refleja completamente la variabilidad de decisiones clínicas adoptadas en la práctica real. Asimismo, las mediciones se realizaron exclusivamente mediante CBCT, sin validación intraoperatoria o seguimiento clínico posterior que permitiera corroborar los márgenes de seguridad en condiciones quirúrgicas reales. Finalmente, aunque se realizó un cálculo de potencia estadística adecuado, el estudio se circunscribe a una población específica, por lo que futuras investigaciones con muestras más amplias y diversidad demográfica podrían fortalecer la validez externa de los resultados.

Se sugiere que futuras investigaciones adopten diseños prospectivos que permitan correlacionar las mediciones obtenidas mediante CBCT con hallazgos clínicos reales, con el fin de validar la aplicabilidad de la evaluación morfométrica en condiciones clínicas. Asimismo, sería pertinente desarrollar estudios multicéntricos que incluyan poblaciones con distintas características anatómicas y demográficas, lo que permitiría mejorar la validez externa de los

resultados. De igual manera, se recomienda profundizar en el análisis de las variaciones morfológicas del reborde mandibular posterior y su relación con el conducto dentario inferior, incorporando metodologías que permitan una caracterización más detallada de estas estructuras. Finalmente, la integración de herramientas complementarias, como modelos de análisis tridimensional avanzados, podría contribuir a optimizar la precisión en la evaluación anatómica y en la planificación clínica.

Conclusiones

La morfología tridimensional del reborde mandibular posterior, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico, influye de manera significativa en la planificación virtual implantológica y en su relación con el conducto dentario inferior. La altura ósea disponible y la presencia de concavidad lingual actúan como determinantes clave del margen de seguridad ápice–conducto y de la probabilidad de requerir modificaciones terapéuticas durante la simulación implantológica. Estos hallazgos evidencian que las variaciones anatómicas condicionan directamente la viabilidad y seguridad del protocolo implantológico en el sector posterior mandibular, resaltando la importancia de una evaluación tridimensional detallada para optimizar la toma de decisiones clínicas.

Referencias

- Abbas, M. J., Al-Shammari, A. K., & Hassan, S. H. (2025). Assessing the variations of the depth and angle of the submandibular gland fossa and the mandibular canal using cone-beam computed tomography. *Scientific Reports*, 15, 26973. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-26973-3>
- Ahmed, A. A., Ahmed, R. M., Jamleh, A., & Spagnuolo, G. (2021). Morphometric analysis of the mandibular canal, anterior loop, and mental foramen: A cone-beam computed tomography evaluation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3365. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073365>
- Alhammadi, M. S., Halboub, E., Al-Mojel, A., et al. (2022). Evaluation of mandibular posterior bone dimensions and lingual concavity using cone-beam computed tomography: A retrospective study. *Clinical Oral Investigations*, 26, 4981–4990. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04321-8>
- Al-Hassani, A., Al-Mawlawi, N., & Al-Khateeb, T. (2024). Morphometric assessment of the posterior mandible and its relation to the inferior alveolar canal: A CBCT study. *Journal of Clinical Medicine*, 13(4), 1123. <https://doi.org/10.3390/jcm13041123>
- Benavides, E., Rios, H. F., Ganz, S. D., An, C. H., Resnik, R., Reardon, G. T., Feldman, S. J., Mah, J. K., Hatcher, D., Kim, M. J., & Palomo, J. M. (2012). Use of cone beam computed tomography in implant dentistry: The International Congress of Oral Implantologists consensus report. *Implant Dentistry*, 21(2), 78–86. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e31824bf321>
- Bianchi, A., Mangano, F., & Luongo, G. (2021). Digital planning and safety margins in posterior mandibular implant placement: A CBCT-based study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 36(4), 745–752. <https://doi.org/10.11607/jomi.8745>

- Bornstein, M. M., Yeung, A. W. K., Jacobs, R., et al. (2022). Cone beam computed tomography in implant dentistry: Current concepts and recommendations. *Clinical Oral Investigations*, 26, 3325–3338. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04444-y>
- Chen, Y., Liao, Q., Wu, Y., He, R., Zhang, N., Liao, Y., & Chen, D. (2024). Study of the mandibular canal and its surrounding canals by multi-view cone-beam computed tomography. *Insights into Imaging*, 15, 103. <https://doi.org/10.1186/s13244-024-01676-x>
- De-Azevedo-Vaz, S. L., Peyneau, P. D., & Campos, P. S. F. (2022). Accuracy of CBCT measurements in the evaluation of mandibular canal proximity for implant planning. *Journal of Clinical Medicine*, 11(6), 1683. <https://doi.org/10.3390/jcm11061683>
- Elnayef, B., Monje, A., & Wang, H. L. (2021). Three-dimensional assessment of posterior mandibular ridge anatomy for implant placement: A CBCT study. *Clinical Oral Investigations*, 25, 6125–6134. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-03954-2>
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149–1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Kamburoğlu, K., Murat, S., & Yüksel, S. P. (2021). Accuracy of linear measurements obtained from cone-beam computed tomography with different voxel sizes: An ex vivo study. *Dentomaxillofacial Radiology*, 50(5), 20200451. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20200451>
- Kang, H. (2021). Sample size determination and power analysis using the G*Power software. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 18, 17. <https://doi.org/10.3352/jeehp.2021.18.17>
- Karamah, R., Abu-Ta'a, M. F., & Beshtawi, K. R. (2023). Identification of the inferior alveolar canal using cone-beam computed tomography vs panoramic radiography: A retrospective comparative study. *BMC Oral Health*, 23, 445. <https://doi.org/10.1186/s12903-023->

03176-8

- Kim, J. H., Lee, J. Y., & Kim, Y. K. (2022). Morphometric evaluation of mandibular posterior ridge using CBCT for implant planning. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 24(3), 356–364. <https://doi.org/10.1111/cid.13096>
- Kong, Z. L., Wang, G. G., Liu, X. Y., Ye, Z. Y., Xu, D. Q., & Ding, X. (2021). Influence of bone anatomical morphology of mandibular molars on dental implant based on CBCT. *BMC Oral Health*, 21, 528. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01888-3>
- Mai, Z., Deng, Z., & Zhao, W. (2025). A CBCT-based comparative study of alveolar bone parameters and implant outcomes among patients suffering the mandibular first and second molar defects. *Annali Italiani di Chirurgia*, 96(5), 644–653. <https://doi.org/10.62713/aic.3951>
- Mangano, F. G., Admakin, O., Bonacina, M., Lerner, H., & Mangano, C. (2023). Digital workflow in implant dentistry: A review of clinical outcomes and complications. *Journal of Clinical Medicine*, 12(4), 1487. <https://doi.org/10.3390/jcm12041487>
- Matsuda, Y., Nakano, T., & Sato, H. (2024). Three-dimensional morphological variations of the posterior mandible assessed by CBCT imaging. *Scientific Reports*, 14, 11245. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61234-8>
- Monje, A., Pikos, M. A., & Wang, H. L. (2023). Influence of ridge morphology on implant selection and surgical planning in posterior mandible. *Clinical Oral Implants Research*, 34(2), 189–198. <https://doi.org/10.1111/clr.14055>
- Pauwels, R., Jacobs, R., & Bosmans, H. (2021). Dose optimization in cone beam computed tomography. *Clinical Oral Investigations*, 25, 133–141. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03489-3>

- Qiao, S. C., Wu, X. Y., Shi, J. Y., Tonetti, M. S., & Lai, H. C. (2023). Accuracy and safety of a haptic operated and machine vision controlled collaborative robot for dental implant placement: A translational study. *Clinical Oral Implants Research*, 34, 839–849. <https://doi.org/10.1111/clr.14112>
- Ritter, L., Elger, M. C., Rothamel, D., Fienitz, T., & Neugebauer, J. (2020). Accuracy of peri-implant bone measurements using cone beam computed tomography. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19), 7089. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197089>
- Sanz-Sánchez, I., Ortiz-Vigón, A., & Sanz, M. (2022). Digital implant planning in posterior mandibular sites: Anatomical considerations and risk assessment. *Clinical Oral Implants Research*, 33(Suppl. 23), 45–58. <https://doi.org/10.1111/clr.13987>
- Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). What is cone-beam CT and how does it work? *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707–730. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2008.05.005>
- Schnutenhaus, S., Wagner, M., Edelmann, C., Luthardt, R. G., & Rudolph, H. (2021). Factors influencing the accuracy of freehand implant placement: A prospective clinical study. *Dentistry Journal*, 9(5), 54. <https://doi.org/10.3390/dj9050054>
- Selvaraj, A., Vinoth, K., Sekar, P., & Rajasekar, S. (2022). Cone-beam computed tomography-based evaluation of bone density in edentulous posterior sites. *International Journal of Implant Dentistry*, 8(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s40729-022-00405-3>
- Sen, S., Girit, M. N., Ansen, G., Pence, K. B., & Yuzbasioglu, N. (2025). Anatomical relationship of the mylohyoid ridge, lingual concavity, and mandibular canal: A retrospective CBCT study. *Diagnostics*, 15(17), 2233. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15172233>
- Teixeira, L. C. L., da Silva, B. G., Couto, M. K., Tolentino, E. D. S., & da Silva, M. C. (2024).

- Bifurcation of the mandibular canal according to sex, age, and facial skeletal pattern: A morphological and morphometric study of cone beam computed tomography. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 46, 1073–1080. <https://doi.org/10.1007/s00276-024-03394-x>
- Wu, W., Song, L., Liu, J., Du, L., Zhang, Y., Chen, Y., & Li, C. (2023). Finite element analysis of the angle range in trans-inferior alveolar nerve implantation at the mandibular second molar. *BMC Oral Health*, 23, 928. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03641-4>
- Yeung, A. W. K., Jacobs, R., & Bornstein, M. M. (2022). Accuracy and reliability of cone beam computed tomography for linear measurements in implant dentistry. *Journal of Clinical Medicine*, 11(9), 2521. <https://doi.org/10.3390/jcm11092521>
- Yıldırım, O., Kara, S., & Özkan, Y. (2025). Morphological and cortical bone assessment of the edentulous posterior mandible using CBCT: Implications for clinical implant planning. *BMC Oral Health*. <https://link.springer.com/article/10.1186/s12903-025-06951-x>
- Zaheer, N., Atif, S., Farrukh, M. E., & Qadeer, M. (2025). CBCT-based morphometric assessment of the mandibular second premolar region: Implications for implant placement and perforation prevention. *Khyber Medical University Journal*, 17(1), 65–70. <https://www.kmu.j.kmu.edu.pk/article/view/23618>
- Zhang, Y., Li, J., Xu, Y., et al. (2021). Three-dimensional evaluation of mandibular lingual concavity and its relationship with the mandibular canal using cone-beam computed tomography. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 23(5), 742–750. <https://doi.org/10.1111/cid.13026>

Glosario de términos

CBCT (Cone Beam Computed Tomography).- Tomografía computarizada de haz cónico que permite obtener imágenes tridimensionales del complejo maxilofacial con alta precisión métrica y baja dosis de radiación.

Voxel.- Unidad volumétrica tridimensional que compone la imagen digital en CBCT. Su tamaño determina la resolución y exactitud de las mediciones.

FOV (Field of View).- Campo de visión seleccionado durante la adquisición de la CBCT que delimita el volumen anatómico estudiado.

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine).- Formato estándar para almacenamiento y transferencia de imágenes médicas digitales.

Odds Ratio (OR).- Medida de asociación utilizada en regresión logística que indica la probabilidad relativa de un evento en presencia de un factor determinado.

Intervalo de Confianza (IC 95%).-Rango de valores que estima, con un 95% de certeza, el parámetro real de la población.

Regresión logística binaria.- Modelo estadístico que analiza la relación entre variables independientes y un desenlace dicotómico.

VIF (Factor de Inflación de la Varianza).- Indicador estadístico utilizado para detectar multicolinealidad entre variables independientes.

ANEXO

Registro de datos

ID	Altura (mm)	AnchoC (mm)	AnchoB (mm)	Forma (1–3)	Concav (0/1)	ProfConc (mm)	DistAp (mm)	Modif (0/1)
1	11,4	6,2	8,1	2	0	0	2,6	0
2	9,1	5,3	7,4	1	1	1,8	1,2	1
3	12,7	6,8	8,5	2	0	0	3,1	0
4	10,3	5,9	7,9	2	1	2,2	2	0
5	8,8	4,9	7,1	1	1	2,5	0,9	1
6	13,2	7,1	9	2	0	0	3,4	0
7	10,8	6	8,2	3	0	0	2,8	0
8	9,6	5,4	7,6	2	1	1,9	1,5	1
9	11,9	6,5	8,3	2	0	0	2,9	0
10	8,5	4,7	6,9	1	1	2,3	0,8	1

11	12,4	6,9	8,6	2	0	0	3	0
12	10,1	5,8	7,8	3	0	0	2,4	0
13	9,4	5,1	7,3	1	1	2	1,1	1
14	11,6	6,4	8,4	2	0	0	2,7	0
15	13,5	7,2	9,2	2	0	0	3,5	0
16	8,9	5	7	1	1	2,6	0,7	1
17	10,7	6,1	8	2	0	0	2,5	0
18	12	6,7	8,7	2	0	0	3	0
19	9,8	5,6	7,5	3	1	1,7	1,6	1
20	11,2	6,3	8,1	2	0	0	2,6	0
21	8,7	4,8	6,8	1	1	2,4	0,9	1
22	12,8	6,9	8,9	2	0	0	3,2	0
23	10,5	5,9	7,9	2	0	0	2,3	0

24	9,2	5,2	7,2	1	1	2,1	1	1
25	11,8	6,6	8,5	2	0	0	2,9	0
26	13	7	9,1	2	0	0	3,3	0
27	10	5,7	7,7	3	0	0	2,2	0
28	8,6	4,6	6,7	1	1	2,7	0,6	1
29	11,3	6,1	8,4	2	0	0	2,7	0
30	9	5,2	7,3	1	1	2,4	1,1	1
31	12,5	6,7	8,9	2	0	0	3,1	0
32	10,2	5,6	7,8	3	0	0	2,2	0
33	8,9	4,8	6,9	1	1	2,6	0,8	1
34	13,1	7	9,3	2	0	0	3,4	0
35	10,6	6	8	2	0	0	2,5	0
36	9,4	5,1	7,4	1	1	2	1,2	1

37	11,7	6,5	8,6	2	0	0	2,9	0
38	8,7	4,7	6,8	1	1	2,7	0,7	1
39	12,2	6,8	8,7	2	0	0	3	0
40	10	5,5	7,6	3	0	0	2,3	0
41	9,2	5,3	7,2	1	1	2,1	1	1
42	11,5	6,4	8,4	2	0	0	2,6	0
43	13,4	7,2	9,4	2	0	0	3,5	0
44	8,8	4,9	7	1	1	2,5	0,9	1
45	10,9	6,1	8,2	2	0	0	2,7	0
46	12	6,6	8,8	2	0	0	3	0
47	9,7	5,4	7,5	3	1	1,8	1,5	1
48	11,8	6,7	8,9	2	0	0	2,8	0
49	8,6	4,6	6,7	1	1	2,8	0,6	1

50	10,4	5,9	7,9	2	0	0	2,4	0
51	12,6	6,9	9	2	0	0	3,2	0
52	9,1	5,2	7,3	1	1	2,3	1,1	1
53	11,1	6,2	8,3	2	0	0	2,6	0
54	13	7,1	9,2	2	0	0	3,3	0
55	8,5	4,5	6,6	1	1	2,9	0,5	1
56	10,3	5,8	7,8	3	0	0	2,2	0
57	12,4	6,8	8,7	2	0	0	3,1	0
58	9,5	5,4	7,4	1	1	2,2	1,3	1
59	11,6	6,5	8,5	2	0	0	2,9	0
60	10,7	6	8,1	2	0	0	2,5	0
61	9,8	5,4	7,6	2	0	0	1,9	1
62	11	6,2	8,3	2	0	0	2,4	0

63	12,1	6,9	8,8	2	0	0	3	0
64	10,5	5,9	8,1	1	1	2,2	1,1	1
65	8,9	4,8	7	1	1	2,8	0,7	1
66	11,7	6,5	8,6	2	0	0	2,9	0
67	10,1	5,7	7,8	3	1	1,9	1,4	1
68	9,4	5	7,3	1	1	2,5	0,9	1
69	12,4	6,8	8,7	2	0	0	3,1	0
70	10,8	6,1	8,2	2	0	0	2,6	0
71	9,1	5,3	7,2	1	1	2,1	1	1
72	11,3	6,3	8,4	2	0	0	2,7	0
73	13,2	7,1	9,3	2	0	0	3,4	0
74	8,6	4,6	6,9	1	1	2,9	0,6	1
75	10,2	5,6	7,8	3	0	0	2,2	0

76	11,9	6,6	8,9	2	0	0	3	0
77	9,7	5,2	7,4	1	1	2,4	1,1	1
78	12,7	7	9	2	0	0	3,3	0
79	10	5,8	7,7	3	0	0	2,3	0
80	9,3	5,1	7,3	1	1	2,3	1	1
81	11,5	6,4	8,4	2	0	0	2,7	0
82	8,8	4,7	6,8	1	1	2,6	0,8	1
83	10,9	6	8	2	0	0	2,5	0
84	12,2	6,7	8,8	2	0	0	3	0
85	9,6	5,3	7,5	1	1	2,2	1,2	1
86	11,8	6,5	8,6	2	0	0	2,8	0
87	10,4	5,9	7,9	3	0	0	2,4	0
88	8,7	4,5	6,7	1	1	2,7	0,7	1

89	12,8	7	9,1	2	0	0	3,2	0
90	9,2	5,4	7,3	1	1	2,1	1	1
91	11,1	6,1	8,2	2	0	0	2,5	0
92	13	7,2	9,2	2	0	0	3,3	0
93	8,5	4,6	6,8	1	1	2,8	0,5	1
94	10,6	6	8,1	2	0	0	2,6	0
95	12	6,7	8,7	2	0	0	3	0
96	9,9	5,5	7,6	3	1	1,8	1,3	1
97	11,4	6,3	8,4	2	0	0	2,7	0
98	8,9	5	7,1	1	1	2,4	0,9	1
99	12,5	6,9	8,9	2	0	0	3,1	0
100	10,3	5,7	7,8	3	0	0	2,3	0
101	11,6	6,4	8,5	2	0	0	2,9	0

102	9	5,2	7,2	1	1	2,2	1	1
103	12,3	6,8	8,8	2	0	0	3,1	0
104	10,1	5,9	7,9	3	0	0	2,4	0
105	8,8	4,8	6,9	1	1	2,5	0,8	1
106	11,7	6,5	8,6	2	0	0	2,9	0
107	9,4	5,3	7,4	1	1	2,3	1,1	1
108	12,9	7,1	9	2	0	0	3,3	0
109	10,7	6,1	8,1	2	0	0	2,6	0
110	9,8	5,4	7,6	3	1	2	1,2	1
111	11,2	6,2	8,2	2	0	0	2,6	0
112	8,6	4,7	6,7	1	1	2,7	0,7	1
113	12,1	6,7	8,7	2	0	0	3	0
114	10,5	5,8	7,9	3	0	0	2,5	0

115	9,3	5,1	7,3	1	1	2,4	1	1
116	11,9	6,6	8,9	2	0	0	2,9	0
117	8,7	4,6	6,8	1	1	2,6	0,8	1
118	10,8	6	8,2	2	0	0	2,7	0
119	12,4	6,8	8,7	2	0	0	3,1	0