Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Odontología
Escuela Profesional de Odontología

Densidad ósea de los huesos maxilares en rebordes edéntulos de pacientes adultos entre 40 a 60 años utilizando tomografías computarizadas Cone Beam, Lima

TESIS

Para optar el Título Profesional de Cirujana Dentista

AUTOR

Antuanett Alisson ALMERCO EULOGIO

ASESOR

Sixto Ángel GARCÍA LINARES

Lima, Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Almerco A. Densidad ósea de los huesos maxilares en rebordes edéntulos de pacientes adultos entre 40 a 60 años utilizando tomografías computarizadas Cone Beam, Lima [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología; 2026.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Antuanett Alisson Almerco Eulogio
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73120610
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-6058-8346
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Sixto Ángel Garcia Linares
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	43417429
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-5057-5900
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Jorge Luis Mezzich Gálvez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09347219
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Luis Alberto Cuadráo Zavaleta
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10495871
Datos de investigación	
Línea de investigación	B.3.2.2 Etiologia y diágnostico de enfermedades estomatológicas.
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin finacimiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Consultorio Medico Continental Orthodontics E.I.R.L.

	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Magdalena del Mar Calle: Av. Javier Prado Oeste 415 Int. 102 Latitud: -12.0823 Longitud: -77.0791
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2023 – Junio 2026
URL de disciplinas OCDE	Anatomía, Morfología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.01.01 Odontología, Cirugía oral, Medicina Oral. https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.14 Radiología, Medicina nuclear, mágenes médicas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.12

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
ESCUELA PROFESIONAL

A C T A DE SUSTENTACIÓN PRESENCIAL N.º 019/FO-EPO/2026

Los Docentes que suscriben, reunidos el 09 de junio de 2026 en la ciudad de Lima, siendo las 11:00 horas, por encargo de la Señora Decana de la Facultad, con el objeto de constituir el Jurado de Sustentación para optar el Título Profesional de Cirujana Dentista del Bachiller:

ANTUANETT ALISSON ALMERCO EULOGIO

CERTIFICAN:

Que, luego de la Sustentación de la Tesis **«DENSIDAD ÓSEA DE LOS HUESOS MAXILARES EN REBORDES EDÉNTULOS DE PACIENTES ADULTOS ENTRE 40 A 60 AÑOS UTILIZANDO TOMOGRAFÍAS COMPUTARIZADAS CONE BEAM, LIMA»** y habiendo absuelto las preguntas formuladas, demostró un grado de aprovechamiento:

.....sobresaliente.....

(escala)

Siendo calificada con un promedio de: .....dieinueve..... .....19.....
(en letras) (en números)

En tal virtud, firmamos en la Ciudad Universitaria, a los nueve días del mes de junio del año dos mil veintiséis.

PRESIDENTE DEL JURADO

Dr. Jorge Luis Mezzich Gálvez

MIEMBRO SECRETARIO

Dr. Luis Alberto Cuadrao Zavaleta

MIEMBRO VOCAL (ASESOR)

Dr. Sixto Ángel García Linares

Escala de calificación: Grado de Aprovechamiento:
Sobresaliente (18-20), Bueno (15-17), Regular (12-14), Desaprobado (11 o menos)
Criterios: Originalidad, Exposición, Dominio del Tema, Respuestas.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

Anexo 1
CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Sixto Ángel García Linares en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen de la EPO **N.° 00055-FO-EPO-2026** de la tesis, cuyo título es "Densidad ósea de los huesos maxilares en rebordes edéntulos de pacientes adultos entre 40 a 60 años utilizando tomografías computarizadas Cone Beam, Lima" presentado por la bachiller **Antuanett Alisson Almerco Eulogio, para optar el título profesional de Cirujana Dentista.**

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el **18 % de similitud**, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y **para su publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del título profesional de Cirujana Dentista.

Lima, 10 de Agosto del 2026

Firma del Asesor

Nombres y Apellidos del asesor: Sixto Ángel García Linares

DNI: 43417429

* Según corresponda: bachiller, magíster, doctor; título profesional o título de segunda especialidad

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme haber llegado hasta este punto y haberme brindado salud y fortaleza a lo largo de este estudio.

A mis principales fuentes de apoyo, mi madre Violeta, mi padre Javier y en memoria de mi abuelo Teodoro por ser mi motivo de inspiración y confianza, gracias por enseñarme el valor de la educación y brindarme todo su esfuerzo para alcanzar mis metas.

A mis queridos hermanos, Flavia y Javier que son la razón de sentirme orgullosa de culminar este objetivo y poder velar por ellos en el futuro, este logro también es de ustedes. Gracias por creer siempre en mí incluso en los momentos más difíciles.

A mi familia por su comprensión su apoyo moral, económico y estimulo constante a lo largo de todos mis estudios.

A mi querida universidad UNMSM por haberme permitido convertirme en una profesional y a cada maestro que desempeñó un papel fundamental en mi desarrollo educativo.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Sixto García Linares por su asesoramiento y gran predisposición para la elaboración de esta tesis.

Al Dr. Mezzich por su amabilidad de facilitarme su turno de teoría y poder llevar a cabo satisfactoriamente la ejecución de esta tesis.

A todas las personas que de alguna manera colaboraron para elaborar este estudio.

RESUMEN

Se tuvo como propósito, determinar la diferencia de densidades óseas en rebordes edéntulos de los huesos maxilares en pacientes adultos entre 40 a 60 años utilizando tomografías computarizadas Cone Beam. Con respecto a la metodología, el estudio tuvo un enfoque tipo observacional, descriptivo, ya que se describirán las características encontradas en las tomografías de los pacientes medidos en unidades Hounsfield y de tipo transversal. La población estará constituida por todos los estudios tomográficos computarizados Cone Beam de los pacientes que acudieron a la Clínica Continental Orthodontics durante el período 2022-2023 y la muestra estuvo conformada por 150 estudios tomográficos, seleccionados según los criterios de inclusión y exclusión. Se midió la densidad ósea mediante el Software Real Scan 2.0 utilizando cortes transaxiales. En el estudio, se utilizó una ficha de recolección de datos con el fin anotar los promedios que se obtengan de las densidades para el análisis estadístico correspondiente.

Palabras clave: Densidad ósea. Tomografía Computarizada Cone Beam.

ABSTRACT

The purpose was to determine the difference in bone densities in edentulous ridges of the maxillary bones in adult patients between 40 and 60 years old using Cone Beam computed tomography. Regarding the methodology, the study had an observational, descriptive approach, since the characteristics found in the patients' tomography scans measured in Hounsfield and transversal units will be described. The population will consist of all the Cone Beam computed tomographic studies of the patients who attended the Continental Orthodontics Clinic during the period 2022-2023 and the sample was made up of 100 tomographic studies, selected according to the inclusion and exclusion criteria. Bone density was measured using Real Scan 2.0 Software using transaxial sections. In the study, a data collection form was used to record the averages obtained from the densities for the corresponding statistical analysis

.Key word Bone density. Cone Beam Tomography (CBCT)

INDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCION 10
II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 11
2.1. Área del problema 11
2.2. Delimitación del problema 13
2.3. Formulación del problema 14
2.4. Objetivos 14
2.4.1. Objetivo general 14
2.4.2. Objetivos específicos 14
2.5. Justificación del problema 15
III. MARCO TEORICO 17
3.1. ANTECEDENTES 17
3.2. Bases teóricas 29
3.2.1. Huesos maxilares 29
3.2.1.1. Embriología 29
• 32
3.2.1.2. Histología 32
3.2.1.3. Anatomía 34
3.2.1.3.1. Maxilar superior 34
3.2.1.3.2. Maxilar inferior 36
3.2.2. Edentulismo 37
3.2.3. Densidad ósea 38
• 3.2.3.1. Evaluación subjetiva de la densidad ósea 40
• 3.2.3.2. Evaluación objetiva de la densidad ósea 44
a. Radiología convencional y digital 44
b. Absorciometría radiológica de doble energía (DXA) 45
c. Tomografía Computarizada 46
d. Tipos de tc 47
3.2.4. Escala Hounsfield 50
3.2.5. ESCALA DE MEDICIÓN EN TOMOGRAFÍA CONE BEAM 52
3.2.6. CARACTERÍSTICAS TOMOGRAFÍAS DE LOS MAXILARES 53
• Hueso esponjoso 53
• Hueso cortical 54
3.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 56

3.4. HIPOTESIS 57
- HIPÓTESIS GENERAL 57
- HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 57
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 58
IV. METODOLOGÍA 60
4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 60
4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA 60
4.2.1. Población 60
4.2.2. Muestra 60
4.3. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN 61
4.4. UNIDAD DE ANÁLISIS 61
4.5. TÉCNICA, PROCEDIMIENTO E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 62
V. RESULTADOS 68
VI. DISCUSION 75
VII. CONCLUSIONES 79
VIII. RECOMENDACIONES 81
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 82
X. ANEXOS 94

INDICE DE TABLAS

Tabla 01. *Estadísticos descriptivos de la Variable Densidad Ósea*

Tabla 02. . *Distribución de los pacientes que conformaron la muestra para cada género.*

Tabla 03. Distribución de los pacientes que conformaron la muestra por densidad ósea

Tabla 04. Distribución de los pacientes que conformaron la muestra por densidad ósea según maxilar por regiones

Tabla 05. Distribución de los pacientes que conformaron la muestra por densidad ósea según mandíbula por regiones

Tabla 06. Comparación región anterior y posterior del hueso maxilar y mandíbula

Tabla 07. Densidad ósea según género

Tabla 08. Densidad ósea según edad

Tabla 09. *Prueba chi-cuadrado*

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Ficha de recoleccion de datos

ANEXO 2. Matriz de consistencia

ANEXO 3. Solicitud para uso de instalaciones para ejecucion de tesis en CLINICA DENTAL CONTINENTAL ORTHODONTICS

ANEXO 4. Respuesta para uso de instalaciones para ejecucion de tesis en CLINICA DENTAL CONTINENTAL ORTHODONTICS

ANEXO 5. Fotografias

ANEXO 6. Ficha de Calibracion entre especialista y bachiller

ANEXO 7. Indice Kappa (calibracion)

I. INTRODUCCION

Según reportes del Ministerio de Salud del Perú, la elevada prevalencia de patologías bucales constituye un problema relevante de salud pública, evidenciándose que aproximadamente el 90% de la población presenta caries dental y cerca del 85% padece enfermedades periodontales. Esta situación condiciona un deterioro progresivo de la salud oral, incrementando el riesgo de pérdida dentaria y, en consecuencia, la aparición de edentulismo.[1]

En el manejo del paciente edéntulo, entre las principales alternativas terapéuticas se encuentran las prótesis dentales convencionales y los implantes dentales.[2] En este contexto, los implantes han adquirido mayor aceptación en los últimos años, posicionándose como una opción terapéutica predecible. No obstante, su éxito clínico está estrechamente vinculado al proceso de osteointegración, el cual depende en gran medida de la obtención de una adecuada estabilidad primaria al momento de la colocación del implante. Dentro de los factores determinantes, la calidad y densidad del tejido óseo juegan un papel fundamental.[3] En base a lo anterior, la valoración de la densidad ósea se convierte en un componente esencial durante la fase de planificación prequirúrgica en implantología.[4] En la práctica clínica actual, los estudios radiológicos representan una herramienta indispensable para este fin, debido a su accesibilidad y carácter mínimamente invasivo, permitiendo la evaluación de las características óseas de los maxilares. Inicialmente, pueden emplearse radiografías intraorales y panorámicas por su amplia disponibilidad; sin embargo, considerando la naturaleza tridimensional del sitio quirúrgico, se ha promovido el uso de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), la cual proporciona imágenes tridimensionales de alta resolución con dosis de radiación y costos relativamente reducidos.[5]

Ante lo descrito anteriormente, el presente estudio tiene como finalidad determinar las diferencias de densidad ósea en los huesos maxilares utilizando tomografías Cone Beam de los pacientes que acudieron a la clínica dental continental Orthodontics.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. Área del problema

Los huesos maxilares como componente de soporte principal de las estructuras faciales y masticatorias son importantes, ya que son la base de los componentes del sistema estomatognático.[6] Por ello, esta armonía como estructura funcional se ve afectada ante diversos factores como lo son la enfermedad periodontal, pérdidas dentarias, traumas dentales, etc. Y por lo anteriormente mencionado es importante valorar las estructuras periodontales, las cuales representan los tejidos, estructuras y componentes que rodea a las piezas dentarias.[7]

La importancia de saber que, por consecuencia de la pérdida dentaria, se originará una pérdida importante de estructura ósea, ya que el edentulismo parcial o total conlleva a que exista una reabsorción ósea, por ende, debemos tener en cuenta que el tejido óseo cumple con la finalidad de dar soporte a las demás estructuras en la cavidad oral, ya que es una de las estructuras sólidas más relevantes del periodonto.[8]

Por este motivo es importante considerar que una de las propiedades mecánicas del hueso como la densidad ósea (denominada calidad ósea por algunos autores) es uno de los factores importantes que condicionan la estabilidad

primaria del implante (tratamiento ideal para reemplazar la pérdida de una o más piezas dentarias) ; así que se considera un criterio esencial para el posterior logro de la osteointegración y éxito del implante.[4] En este sentido, determinar el tipo de hueso que se va a requerir para la realización de un implante dental nos lleva a la búsqueda de un análisis preciso de su densidad.[9]

En cuanto a la evaluación de la densidad ósea, Per-Ingvar Lekholm y Gunnar Zarb propusieron un sistema de clasificación tradicional fundamentado en las características macroscópicas del tejido óseo. Este enfoque considera que la densidad está determinada por la morfología y la disposición relativa de los componentes corticales y trabeculares, los cuales presentan variaciones según la localización anatómica, diferenciándose entre maxilar y mandíbula, así como entre sectores anteriores y posteriores.[10] Cabe señalar que este método se basa en una apreciación subjetiva, aunque continúa siendo uno de los más empleados en la práctica clínica.

En contraste, el desarrollo de tecnologías en el ámbito de la imagenología oral ha impulsado la creación de métodos orientados a una cuantificación más objetiva, precisa y reproducible de la densidad ósea. En este sentido, la medición de la atenuación de los rayos X mediante tomografía computarizada, particularmente la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), ha cobrado relevancia. Esta modalidad permite obtener información tridimensional detallada para la valoración preoperatoria, expresando la densidad ósea en unidades de Hounsfield (HU) como indicador cuantitativo. Asimismo, gracias a su diseño compacto, la CBCT se caracteriza por generar menor distorsión de la imagen y reducir la exposición a radiación en comparación con la tomografía computarizada convencional.[11]

2.2. Delimitación del problema

La densidad ósea es uno de los factores importantes que condicionan la estabilidad primaria, esta última va a procurar la durabilidad, osteointegración y cumplir con los criterios de éxito de los implantes.[12]

Diversos estudios han descrito la utilización de métodos tanto subjetivos como objetivos para la valoración de la densidad ósea. No obstante, en la presente investigación se opta por una aproximación cuantitativa, empleando la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) como herramienta principal, utilizando las unidades de Hounsfield (HU) como indicador de referencia. Este enfoque permite obtener una medición más precisa y reproducible de la calidad ósea, contribuyendo a una evaluación más integral durante la fase preoperatoria. La determinación objetiva de la densidad ósea mediante CBCT facilita la optimización del diagnóstico, el establecimiento de un pronóstico más confiable y una planificación preimplantológica más adecuada. En este sentido, proporciona información relevante para la selección del sitio de inserción, la elección del protocolo quirúrgico, el tipo de implante y la modalidad de carga. Asimismo, en la etapa postquirúrgica, resulta útil para el monitoreo del proceso de cicatrización periimplantaria durante la osteointegración y, posteriormente, en la fase de carga, al ofrecer datos relacionados con la mineralización del hueso circundante.

En consecuencia, la determinación de la densidad ósea constituye un elemento clave en la toma de decisiones clínicas, al influir directamente en la predicción del éxito del tratamiento implantológico. Del mismo modo, variables como la edad y el sexo también desempeñan un papel determinante en las

características del tejido óseo, debido a los cambios fisiológicos que afectan su estructura y composición a lo largo del tiempo.[12]

Por todo lo mencionado es necesario que se haga un estudio tomográfico Cone Beam de la densidad ósea de los huesos maxilares en rebordes edéntulos, para obtener un mapeo de densidades óseas en pacientes adultos entre 40 a 60 años.

2.3. Formulación del problema

¿Cuál es la diferencia de densidades óseas de los huesos maxilares en rebordes edéntulos de pacientes adultos entre 40 a 60 años utilizando tomografías computarizadas Cone Beam?

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo general

Determinar las diferencias de densidad ósea en rebordes edéntulos de los huesos maxilares en pacientes adultos entre 40 a 60 años utilizando tomografías computarizadas Cone Beam.

2.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las diferencias de densidad ósea de rebordes edéntulos en región anterior y molar del maxilar en tomografía computarizada Cone Beam según el género.
- Determinar las diferencias de densidad ósea de rebordes edéntulos en región anterior y molar de la mandíbula en tomografía computarizada Cone Beam según el género.

- Comparar la densidad ósea de rebordes edéntulos en región anterior y molar del maxilar y la mandíbula en tomografía Cone Beam.

2.5. Justificación del problema

El presente estudio se fundamenta en la relevancia de realizar una evaluación objetiva de la densidad ósea mediante el uso de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), empleando las unidades de Hounsfield (HU) como parámetro cuantitativo. Esta metodología permite optimizar la precisión del diagnóstico prequirúrgico, así como establecer un pronóstico más confiable en procedimientos de implantología oral, influyendo directamente en los resultados clínicos a largo plazo. Asimismo, la determinación de la densidad ósea contribuye de manera significativa a la planificación del abordaje quirúrgico, facilitando la selección del protocolo más adecuado en función de las condiciones del sitio receptor. En este sentido, posibilita valorar con mayor exactitud la viabilidad del reborde edéntulo para la colocación de implantes dentales, considerando que la calidad ósea constituye un factor determinante en la obtención de una adecuada estabilidad primaria y en el proceso de osteointegración.

Por otra parte, los hallazgos derivados de esta investigación no solo aportan información relevante para el campo de la cirugía e implantología, sino que también pueden tener aplicaciones en otras áreas de la odontología, como la periodoncia y la ortodoncia, al proporcionar referencias cuantitativas de la densidad ósea expresadas en unidades Hounsfield., la cual es fundamental para

diversos tratamientos que involucran estas especialidades y a su vez será de utilidad para el odontólogo y/o estudiantes de odontología como base científica y clínica para próximos estudios en relación a los parámetros establecidos en este estudio, porque nos permitirá comparar datos hallados en otros estudio y poblaciones con el fin de extrapolar datos y por los cuales los resultados de esta investigación serán característicos en nuestra población; con el fin de tener un mapeo óseo de los rebordes edéntulos según la región anterior, molar y premolar del maxilar y la mandíbula en pacientes adultos.

2.6. Limitaciones

El presente trabajo de investigación se limitó en el factor tiempo ya que el desarrollo de esta dependerá de las autorizaciones correspondientes por la organización privada para su ejecución. Además, este estudio se centra en la parte tomográfica, no evaluó la parte histológica la cual es el Gold estándar para la evaluación de la calidad y densidad ósea sin embargo existe estudios que han validado la tomográfica Cone Beam como parámetro similar al histológico.

III. MARCO TEORICO

3.1. ANTECEDENTES

Gonzales y cols. (2013), evaluaron la confiabilidad de la CBCT para determinar la densidad ósea en sitios implantológicos, correlacionándola con parámetros histomorfométricos como la fracción volumétrica ósea (BV/TV) obtenida mediante micro-CT. En 39 biopsias de 31 pacientes, encontraron una correlación positiva alta entre la densidad radiográfica (RBD) y la BV/TV ($r = 0,858$; $p < 0,001$), además de diferencias significativas en la densidad cortical entre maxilar y mandíbula ($p = 0,02$). Concluyen que la CBCT es un método confiable para la evaluación preoperatoria de la densidad ósea.[13]

Fariz y cols. (2014), analizaron la relación entre la densidad ósea obtenida por CBCT y la estabilidad de los implantes dentales en 65 implantes colocados en 17 pacientes. Evaluaron el torque de inserción y la estabilidad mediante análisis de frecuencia de resonancia, encontrando correlaciones significativas entre la densidad ósea y estos parámetros. Concluyen que la CBCT permite estimar la estabilidad primaria del implante y orientar la planificación de protocolos de carga.[14]

Razi y cols. (2014), analizaron la relación entre los valores de escala de grises obtenidos mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) y las unidades Hounsfield (HU) de la tomografía computarizada convencional. Para ello, utilizaron un modelo experimental basado en el escaneo de una cabeza de oveja con tres equipos CBCT y un tomógrafo médico. Los resultados evidenciaron una fuerte correlación lineal entre ambas mediciones, lo que

sugiere que los valores de escala de grises en CBCT pueden emplearse como un indicador confiable de la densidad ósea. Esta relación se atribuye a la similitud en los factores físicos que intervienen en la formación de la imagen, así como a los avances tecnológicos de los equipos. En este contexto, la CBCT se posiciona como una alternativa útil en la práctica clínica implantológica, debido a su menor costo y reducida dosis de radiación en comparación con la tomografía convencional. No obstante, los autores recomiendan la realización de estudios adicionales para validar estos hallazgos en distintos sistemas utilizados clínicamente.[15]

Liu J. y cols. (2017), evaluaron la capacidad de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) para identificar variaciones relativas en la distribución de la densidad mineral ósea en la mandíbula, así como su asociación con variables como el sexo y la edad. El estudio incluyó 66 imágenes clínicas de pacientes (36 mujeres y 30 hombres), distribuidos en grupos etarios de 40, 50 y 60 años. Se analizaron de manera independiente las regiones óseas alveolar y cortical basal, obteniendo histogramas de niveles de gris (indicadores indirectos del grado de mineralización) y calculando parámetros como la media y la variabilidad. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la variabilidad de dichos niveles en el grupo de edad posmenopáusico ($p < 0,042$).

En conclusión, los autores señalan que la CBCT constituye una herramienta útil para la valoración de la calidad ósea, aportando información relevante para la planificación adecuada de la terapia implantológica.[16]

Torrejon M. (2017), realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo con el objetivo de evaluar la densidad ósea y el espesor cortical en rebordes edéntulos de la región posteroinferior, en relación con el género. La

muestra estuvo conformada por 62 estudios tomográficos de pacientes entre 40 y 65 años (28 hombres y 34 mujeres), atendidos en la Facultad de Odontología de la UNMSM. Las mediciones se efectuaron en cortes trans-axiales mediante el software Real Scan 2.0. Los resultados evidenciaron que el 82,3% de los pacientes presentó valores de densidad ósea entre 351 y 850 HU, mientras que el 61,3% mostró un espesor cortical entre 1,1 y 2,0 mm. Al analizar según género, tanto hombres como mujeres presentaron distribuciones similares en ambos parámetros. No se encontró asociación significativa entre la densidad ósea y el género, ni entre el espesor cortical y el género; sin embargo, se evidenció una relación entre la densidad ósea y el espesor de la cortical.[17]

Swayne (2018), llevó a cabo un estudio descriptivo de corte transversal con el propósito de caracterizar los rebordes edéntulos maxilares en pacientes adultos atendidos en el servicio de imagenología de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. La muestra estuvo constituida por 91 pacientes que contaban con estudios tomográficos, los cuales fueron analizados mediante el software Real Scan 2.0. Se evaluaron parámetros morfométricos como altura, ancho (cervical, medio y apical) y densidad ósea del reborde alveolar, considerando variables como género, sector anatómico, tipo de maxilar y grupo etario. Los resultados mostraron una altura promedio de 14,76 mm y un ancho medio de 7,93 mm. En cuanto a la densidad ósea, se reportó un promedio general de 502,79 UH. No se encontraron diferencias significativas en relación con el género, la edad ni el tipo de maxilar respecto a las variables analizadas.[18]

Mohammed (2018), realizó un estudio descriptivo correlacional con el objetivo de evaluar la densidad ósea del maxilar mediante unidades de Hounsfield (HU),

con el fin de clasificar la calidad ósea, el grado de reabsorción en pacientes edéntulos y su distribución según edad y sexo. Se analizaron 84 tomografías de pacientes de ambos géneros, agrupados en tres rangos etarios (18–34, 35–50 y ≥51 años), utilizando el software Invivo Dental-Viewer. El maxilar fue dividido en sectores anterior, medio y posterior, y la calidad ósea se clasificó de acuerdo con los criterios de Misch y Lekholm y Zarb. Los resultados evidenciaron valores de densidad entre 165,7 y 1215,05 HU, observándose una disminución progresiva desde la región anterior hacia la posterior. El sector anterior presentó los valores más elevados, mientras que en el sector posterior predominó hueso tipo D3. En términos generales, el hueso tipo D3 fue el más frecuente en ambos sexos, y aproximadamente el 65% de los pacientes presentó algún grado de deficiencia ósea, siendo la clase A la más prevalente.[19]

Tahmineh R. y cols. (2019), en su estudio compara unidades de Hounsfield en tomografía computarizada con el nivel de gris en tomografía computarizada de haz cónico En este estudio, se evaluaron 25 tejidos blandos y duros diferentes en 21 pacientes. Las imágenes CBCT se tomaron con la máquina Newtom VGi (Verona, Italia) y las imágenes CT se prepararon con la unidad Somatom Sensation (Siemens, Alemania). Los valores de HU de los tejidos blandos y duros se compararon con los valores del nivel de gris de las imágenes CBCT. Hubo una fuerte correlación entre la HU en CT y el nivel de gris en CBCT en tejidos blandos ($P<0.001$, $R^2 = 0.85$) y tejidos duros ($P<0.001$, $R^2 = 0.74$) y en general ($P<0.001$, $R2 = 0,91$). Se observó un alto grado de concordancia entre HU en CT y el nivel de gris en CBCT tanto en tejidos duros como blandos. Dado que el nivel de gris en CBCT fue similar al HU en CT y puede usarse como parámetro para determinar la densidad ósea en el tratamiento de implantes y

también para determinar el tipo de hueso, la técnica CBCT se recomienda en estos casos debido a su baja dosis de radiación, tiempo corto y bajo costo en comparación con la TC.[20]

Sosa A. (2020), desarrolló un estudio descriptivo, retrospectivo y de corte transversal con enfoque cuantitativo, cuyo objetivo fue determinar la densidad ósea del maxilar y la mandíbula mediante unidades de Hounsfield (HU) en tomografías Cone Beam. La muestra estuvo conformada por 233 estudios tomográficos obtenidos del Centro Radiológico Explora, seleccionados bajo criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. La evaluación se realizó mediante una ficha de recolección de datos, aplicando la clasificación de Misch para la calidad ósea. Los resultados evidenciaron que las mayores densidades se presentaron en las zonas anteriores tanto del maxilar como de la mandíbula, con valores correspondientes a hueso tipo D2, mientras que las regiones posteriores mostraron densidades menores, predominando los tipos D3 y D4. Asimismo, se observó una mayor frecuencia de edentulismo en el sexo femenino. En relación con la edad, el grupo predominante fue el de adultos (30–59 años), aunque en la región anterior mandibular destacó la presencia de adultos mayores. En conclusión, la densidad ósea es mayor en los sectores anteriores en comparación con los posteriores, y presenta una relación limitada con el sexo y la edad, siendo más evidente en determinados segmentos anatómicos.[21]

García L. (2020), realizó un estudio orientado a analizar la relación entre las características histomorfométricas del hueso cortical y los valores de densidad ósea expresados en unidades Hounsfield (HU) mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), considerando el sexo y la región

anatómica en rebordes edéntulos del maxilar y la mandíbula. La muestra incluyó 35 pacientes atendidos en la Facultad de Odontología de la UNMSM. Se evaluaron parámetros como el número de osteonas, osteocitos y el espesor cortical, correlacionándolos con los valores de HU. Los resultados mostraron valores promedio de densidad ligeramente mayores en el sexo masculino en comparación con el femenino. Asimismo, se evidenció una correlación positiva débil pero estadísticamente significativa entre el espesor del hueso cortical y las unidades Hounsfield ($r \approx 0,2$; $p < 0,01$), siendo esta la única asociación consistente entre las variables analizadas. En relación con la distribución anatómica, se observó una mayor densidad ósea en regiones mandibulares, especialmente en el sector molar inferior, en comparación con el maxilar superior. Estos hallazgos sugieren una mejor calidad ósea en zonas mandibulares posteriores, lo que podría influir favorablemente en la planificación implantológica.[22]

Park C. y cols. (2023), en su estudio con el objetivo de validar la precisión y confiabilidad de las mediciones de la DMO realizadas utilizando imágenes cuantitativas de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) basadas en el aprendizaje profundo, aplicando este método a datos clínicos de pacientes reales. Se utilizaron conjuntos de datos que contenían 7500 pares de imágenes axiales de CT y CBCT de 30 pacientes para entrenar un modelo de aprendizaje profundo previamente desarrollado (QCBCT-NET). Se seleccionaron 36 volúmenes de interés en las imágenes de CBCT para cada paciente en las regiones óseas de posibles sitios de implantes en el maxilar y la mandíbula. Comparamos las DMO mostradas en las imágenes cuantitativas de CBCT (QCBCT) con las de las imágenes convencionales de CBCT (CAL_CBCT) en

varios sitios de interés en todo el campo de visión (FOV) utilizando métricas de rendimiento como el MAE, RMSE, MAPE (error porcentual absoluto promedio), R2 (coeficiente de determinación) y SEE (error estándar de estimación). En comparación con las imágenes de referencia (QCT), la precisión de las mediciones de DMO a partir de las imágenes de QCBCT mostró un RMSE de 83.41 mg/cm3, un MAE de 67.94 mg/cm3 y un MAPE del 8.32% en todos los sitios óseos de interés, mientras que para las imágenes de CAL_CBCT, estos valores fueron de 491.15 mg/cm3, 460.52 mg/cm3 y 54.29%, respectivamente. La regresión lineal entre las imágenes de QCBCT y QCT mostró una pendiente de 1.00 y un R2 de 0.85, mientras que para las imágenes de CAL_CBCT, estos valores fueron de 0.32 y 0.24, respectivamente. El SEE general entre las imágenes de QCBCT y las imágenes de QCT fue de 81.06 mg/cm3, mientras que el SEE para las imágenes de CAL_CBCT fue de 109.32 mg/cm3. Las imágenes de QCBCT mostraron una mayor precisión, linealidad y uniformidad que las imágenes de CAL_CBCT en todo el FOV. Las mediciones de DMO a partir de las imágenes cuantitativas de CBCT mostraron una alta precisión, linealidad y uniformidad, independientemente de las posiciones geométricas relativas del hueso en el sitio de implantes potenciales. Cuando se aplicaron a imágenes de pacientes reales de CBCT, la medición de la DMO basada en CBCT y el aprendizaje profundo demostraron una alta precisión y confiabilidad en todo el FOV.[23]

Singh N. y cols. (2023), realizaron un estudio con el propósito de evaluar la calidad ósea en sitios de implantes mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), empleando unidades Hounsfield (HU) como indicador. La investigación incluyó 50 pacientes parcialmente edéntulos de ambos sexos, cuyos maxilares fueron escaneados bajo parámetros estandarizados. La calidad

ósea fue clasificada en categorías D1 a D5 según los valores de HU. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la densidad ósea entre las distintas regiones anatómicas ($p < 0,01$), observándose mayores valores en la mandíbula anterior, seguida de la maxila anterior, la mandíbula posterior y, finalmente, la maxila posterior, que presentó la menor densidad. Estos hallazgos confirman la utilidad de la CBCT como herramienta diagnóstica para la valoración de la densidad ósea en la planificación implantológica, permitiendo identificar variaciones regionales relevantes para el éxito del tratamiento.[24]

Shalu Rai y cols. (2023), evaluaron la utilidad de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) en la determinación de la densidad del hueso cortical y esponjoso en 83 sitios potenciales para implantes en pacientes sanos, mediante un equipo especializado y software de análisis. Los resultados evidenciaron que la mayor densidad ósea se localizó en la región anterior de la mandíbula, seguida de la región posterior mandibular, mientras que la región posterior del maxilar presentó los valores más bajos. Asimismo, el hueso cortical mostró predominantemente características compatibles con el tipo D1, mientras que el hueso esponjoso se asoció principalmente al tipo D2. En cuanto a las diferencias por sexo, los hombres presentaron un mayor grosor del hueso cortical con significancia estadística ($p < 0,001$), mientras que en las mujeres se observó un mayor grosor del hueso esponjoso, aunque sin significancia. En conjunto, los hallazgos respaldan el uso de la CBCT como una herramienta eficaz para la evaluación de la densidad ósea, parámetro fundamental en la planificación y éxito de los implantes dentales.[25]

Musaina y col. (2024), tuvo como objetivo el espesor y la densidad del hueso cortical de la mandíbula mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), para comparar el espesor y la densidad del hueso cortical en diferentes grupos de género y para comparar el espesor y la densidad del hueso cortical en diferentes grupos de edad. Se realizó un estudio retrospectivo en el Departamento de Medicina Oral y Radiología a partir de los archivos basados en criterios de inclusión y exclusión. El estudio incluyó a 162 pacientes (81 hombres y 81 mujeres). Cada grupo de género se dividió en tres subgrupos según la edad. Se obtuvieron exploraciones CBCT y se realizó una evaluación del hueso cortical para determinar su densidad y grosor en tres puntos. En la sección transversal en cada nivel, se realizaron mediciones bucales, linguales e inferiores del grosor y la densidad del hueso cortical mandibular a nivel del canal alveolar inferior en estos tres puntos. Los datos recopilados se sometieron a análisis estadístico. Los resultados de este estudio muestran que existe alteración en el espesor y densidad del hueso cortical mandibular con diferentes grupos de edad y género.

El grosor óseo cortical mostró valores mayores en pacientes varones que en mujeres. Los valores de grosor y densidad cortical mandibular fueron significativamente mayores en el primer grupo de edad (20-40 años) que en el grupo de mayor edad (>60 años). $P < 0,05$ y estadísticamente significativos.[26]

Charlotte M. y cols. (2024), en su estudio con el objetivo de evaluar las variaciones en la densidad ósea en diferentes regiones del maxilar edéntulo según el sexo y la edad, mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Se analizaron 69 CBCT de maxilares edéntulos (30 mujeres y 39 varones). Se planificaron seis implantes virtuales entre los senos maxilares en los sitios de incisivos, caninos y premolares. Se registraron densidades óseas

(en unidades Hounsfield HU). Utilizaron la prueba t de dos muestras para comparar las densidades óseas masculinas y femeninas, y el coeficiente de correlación de Spearman para analizar la correlación entre la densidad ósea media y la edad. El nivel de significancia se estableció en 5%. Se obtuvo como resultado que la DOM en los hombres fue significativamente mayor con 695.28 UH que en las mujeres con 672.40 UH. Se observó una correlación significativa entre la DOM y la edad en las mujeres. La zona de los incisivos mostró la densidad ósea media más alta con 728,67 ± 139,78 UH, seguida de la de los caninos con 703,22 ± 138,59 UH y los premolares 655,54 ± 141,65 UH. Se observó una disminución significativa de la densidad ósea desde el cuello hasta el ápice**.** Se concluye que la densidad ósea disminuyó desde la zona de los incisivos hasta la de los premolares. La densidad ósea fue mayor en los hombres. En las mujeres, la densidad ósea disminuyó con la edad. [27]

Charlotte M. y cols. (2025), en su estudio con el objetivo de evaluar las variaciones en la densidad ósea trabecular (DOT) y la altura ósea en diferentes regiones del maxilar edéntulo, según sexo y edad. Se analizaron 100 tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) de maxilares edéntulos. Se planificaron seis implantes virtuales entre los senos maxilares, en las localizaciones de incisivos, caninos y premolares. Las longitudes de los implantes virtuales se seleccionaron según el volumen óseo disponible y se utilizaron para estimar la altura ósea. La longitud total de implante (TBD) se registró en unidades Hounsfield (UH) en el centro del ápice de cada implante virtual. La prueba t de dos muestras comparó la media de la TBD y la longitud media del implante virtual entre hombres y mujeres. En los hombres, la TBD media y la longitud media del implante fueron significativamente más altas que en las mujeres (P = 0,033 y P = 0,003). En las mujeres, hubo una correlación

significativa negativa entre la TBD media y la edad (*rho* = -0,352, *P* = 0,022), y entre la TBD media y la longitud media del implante (*rho* = - 0,425, *P* = 0,005).[28]

Khan TA y cols. (2025), en su estudio analizaron la relación entre la densidad ósea local, medida mediante CBCT, y el torque de inserción de implantes dentales en el maxilar y la mandíbula. Se colocaron 118 implantes en 73 pacientes entre 2008 y 2011, con una edad media de 43,2 años, utilizando el sistema Nobel Replace Select Tapered. La densidad ósea media de los 118 sitios de implantes fue de 620 ± 251 HU. La densidad ósea de la región anterior del maxilar fue de 567 ± 196 HU, de la región posterior del maxilar fue de 337±109 HU; por otro lado, la densidad ósea de la región anterior de la mandíbula fue de 816±264 HU y de la región posterior de la mandíbula fue de 504±211H.Los implantes fallidos presentaron densidades más bajas (459 ± 131 HU) y menor torque (28 ± 5 Ncm), en comparación con los implantes exitosos (678 ± 217 HU y 36 ± 2 Ncm). Se encontró una correlación positiva significativa entre densidad ósea y torque de inserción. Se concluye que la CBCT es una herramienta eficaz para evaluar la calidad ósea antes de la colocación de implantes, ayudando a evitar su colocación en hueso de baja densidad, donde hay mayor riesgo de fracaso.[29]

Harini y cols. (2025), realizaron una revisión sistemática con metaanálisis con el objetivo de comparar la eficacia de las unidades Hounsfield (UH) obtenidas mediante tomografía computarizada (TC) y los valores de gris (VG) de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) en la evaluación de la densidad mineral ósea. La búsqueda incluyó múltiples bases de datos y consideró estudios in vivo, in vitro y en modelos animales, siguiendo las directrices PRISMA y evaluando el riesgo de sesgo mediante la herramienta QUADAS-2. De un total de 4760 estudios identificados, se incluyeron 22 en la revisión cualitativa y 8 en el metaanálisis. Los resultados evidenciaron una fuerte correlación positiva entre

los valores de UH y VG, con una clasificación global cercana al 90%. En general, los estudios presentaron bajo riesgo de sesgo, aunque algunos mostraron limitaciones metodológicas. Se concluye que existe una alta concordancia entre la TC y la CBCT en la estimación de la densidad ósea; sin embargo, se resalta la necesidad de establecer fórmulas estandarizadas que permitan la conversión precisa entre valores de gris y unidades Hounsfield para su aplicación clínica.[30]

Ting tong y cols. (2026), desarrollaron un estudio de cohorte retrospectivo con el objetivo de analizar la influencia de la densidad ósea relacionada con la edad en la estabilidad y el éxito de los implantes dentales. La investigación incluyó 1621 pacientes con un total de 1821 implantes colocados, evaluando la densidad ósea periimplantaria mediante CBCT en unidades Hounsfield (HU) en distintos periodos postoperatorios. Los resultados evidenciaron que los adultos mayores (66–80 años) presentaron menor densidad ósea y estabilidad de los implantes, asociándose a mayores tasas de fracaso temprano e infecciones en comparación con los grupos más jóvenes ($p < 0,001$). Asimismo, la supervivencia acumulada de los implantes fue significativamente inferior en este grupo etario a los seis meses de seguimiento. El análisis mediante regresión logística identificó la edad y la baja densidad ósea como factores de riesgo significativos para el fracaso temprano del implante. En consecuencia, se concluye que la disminución de la densidad ósea asociada al envejecimiento puede comprometer el éxito implantológico, resaltando la necesidad de estrategias de tratamiento individualizadas según la edad del paciente.[3]

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Huesos maxilares

3.2.1.1. Embriología

El desarrollo de la cara y la región mandibular es un proceso tridimensional complejo que implica la formación, crecimiento, fusión y modelado de diversos tejidos. En este proceso, el prosencéfalo desempeña un papel fundamental como soporte mecánico y emisor de señales para el desarrollo facial primitivo, mientras que el estomodeo sirve como un punto de referencia morfológico clave. La hemicara inferior, que abarca la región maxilar y mandibular, tiene su origen filogenético en el primer arco branquial, notablemente agrandado.[33]

Una parte significativa de la mesénquima facial proviene de la cresta neural, situada entre el prosencéfalo y los dos primeros rombómeros. Cada componente tisular de la cara se forma a partir de un conjunto único de determinantes morfogénicos y señales de crecimiento. La evidencia actual sugiere la existencia de señales moleculares específicas que controlan el desarrollo facial a lo largo de los ejes proximodistal y rostro caudal.[33]

El mesénquima que participa en la formación de la cabeza y el cuello deriva del mesodermo paraxial y de la placa lateral, así como de la cresta neural y de las placodas ectodérmicas. Una característica fundamental del desarrollo cefalocervical es la presencia de los arcos faríngeos, estructuras clave en la organización morfológica de esta región.[34]

El desarrollo de la cara y la cavidad bucal se inicia durante la cuarta semana de gestación. En este periodo, el primer arco faríngeo se divide en procesos maxilares y mandibulares, los cuales desempeñan un papel esencial en la

conformación facial. Los procesos maxilares se ubican lateralmente al estomodeo, mientras que los mandibulares forman su límite inferior; superiormente, este está delimitado por la prominencia frontonasal.[35]

Hacia el día 42 del desarrollo embrionario, se identifican cinco prominencias mesenquimatosas: una frontonasal, dos maxilares y dos mandibulares. El primer arco faríngeo presenta una porción dorsal (proceso maxilar) y una porción ventral (proceso mandibular), esta última asociada al cartílago de Meckel, el cual actúa como guía en la osificación de la mandíbula. Durante el desarrollo, este cartílago degenera en su mayor parte, persistiendo únicamente en sus extremos para formar estructuras del oído medio como el martillo y el yunque.[34]

Finalmente, los huesos maxilares, cigomático y parte del temporal, así como la mandíbula, se originan a partir de la osificación intramembranosa del mesénquima derivado del primer arco faríngeo.[34]

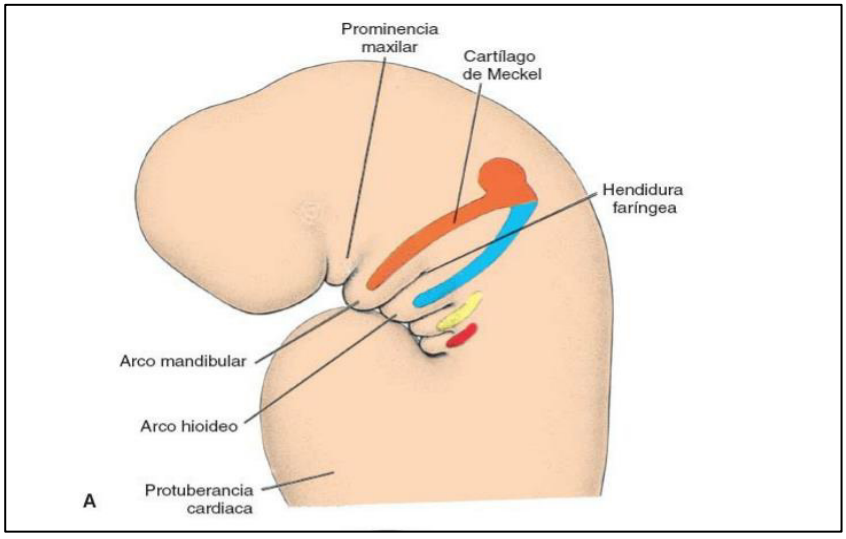


Fig. 1: Estructuras esqueléticas de la cabeza y la cara. La mesénquima de estas estructuras deriva de la cresta neural (azul), de la lámina del mesodermo lateral (amarillo) y del mesodermo paraxial, somitas y sometieras (rojo). (Tomado de: Langman, S. 2008)

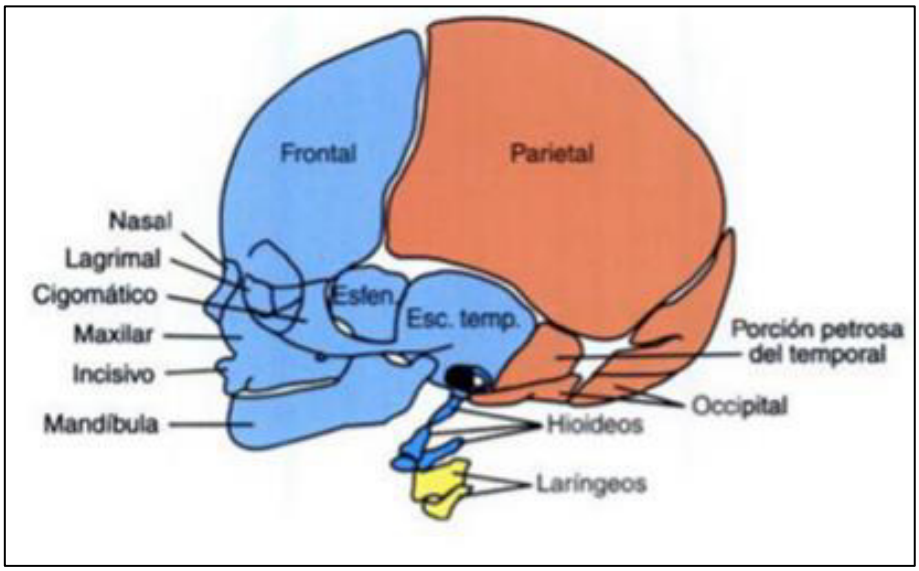


Fig.2: A. Vista frontal de un embrión de alrededor de 24 días. El estomodeo, cerrado en forma temporal por la membrana bucofaríngea, está rodeado por cinco prominencias mesenquimatosas. (Tomado de: Langman, S. 2008)

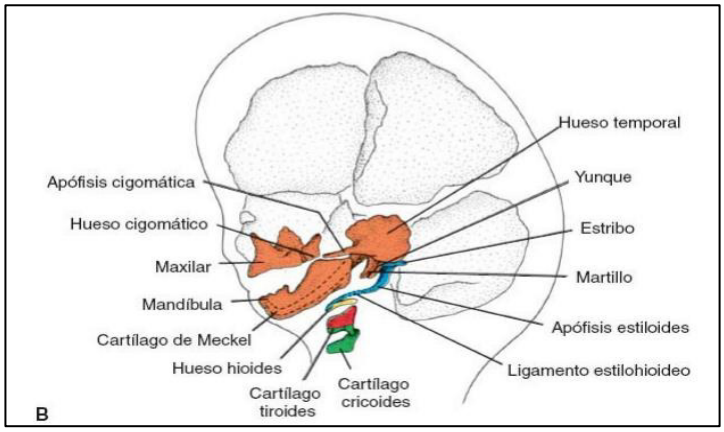


Fig.3: A. Vista lateral de la región de la cabeza y cuello; se muestran los cartílagos de los arcos faríngeos que participan en la formación de los huesos del cuello y de la cara. (Tomado de: Langman, S. 2008).

-

3.2.1.2. Histología

El tejido óseo cumple funciones fundamentales como el soporte de los tejidos blandos, la protección de órganos vitales y el almacenamiento de minerales, principalmente calcio y fosfato.[36] Está constituido aproximadamente por un 60 % de componentes inorgánicos, 20 % de matriz orgánica y 20 % de agua. La rigidez y dureza del hueso dependen de su fracción mineral, mientras que los componentes orgánicos, junto con el agua, le otorgan elasticidad y resistencia a las fracturas. La matriz orgánica está compuesta en su mayoría por colágeno tipo I, el cual representa cerca del 90 % de este componente y es responsable de la resistencia a la tensión del tejido óseo.[37] Por su parte, la fracción mineral está constituida principalmente por cristales de hidroxiapatita, responsables de la densidad ósea y de sus características radiológicas.

Desde el punto de vista histológico, se distinguen dos tipos de hueso: el hueso primario o inmaduro, caracterizado por una organización irregular y mayor celularidad, y el hueso secundario o maduro, que presenta una estructura laminar organizada producto de los procesos de crecimiento y remodelación.[37]

Asimismo, estructuralmente se reconocen dos variantes: el hueso compacto, que forma la capa externa densa, y el hueso esponjoso o trabecular, constituido por una red de trabéculas en el interior. Ambos tipos se diferencian principalmente por la cantidad y disposición de la matriz ósea, así como por la organización de sus componentes.[38]

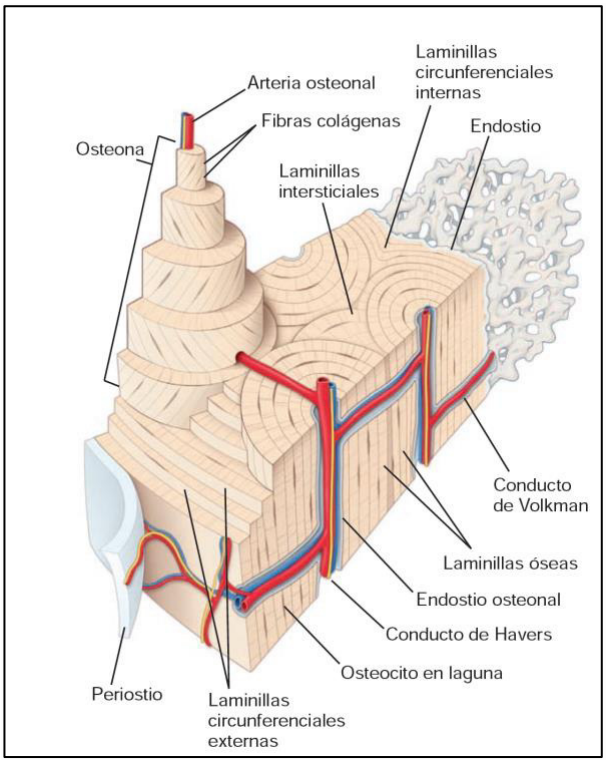


Fig.4: Diagrama de un bloque de hueso compacto extraído de la diáfisis de un hueso largo. (Tomado de: Histología de Ross. 2015).

El tejido óseo compacto o cortical constituye la capa externa rígida del hueso, caracterizada por la presencia de osteonas o sistemas de Havers, estructuras cilíndricas organizadas concéntricamente que contienen células óseas y su matriz. Estas unidades se disponen de forma paralela, lo que confiere al hueso una elevada resistencia mecánica y capacidad para soportar cargas.[37]

Por otro lado, el tejido óseo esponjoso o trabecular se localiza en el interior del hueso y está formado por una red tridimensional de trabéculas que delimitan espacios ocupados por médula ósea. A diferencia del hueso compacto, su organización no es regular, sino que se adapta a las demandas biomecánicas.[37]

En el maxilar superior predomina el hueso esponjoso, acompañado de corticales relativamente delgadas; sin embargo, esto no implica necesariamente una menor resistencia estructural. En la región anterior, la cortical interna suele ser

más gruesa que la externa, mientras que en la zona molar ambas tienden a igualarse en espesor. En contraste, la mandíbula presenta un predominio de hueso cortical, lo que le confiere mayor densidad. En la región anterior, el componente esponjoso representa aproximadamente el 20 %, disminuyendo a cerca del 10 % en la región premolar. Además, la cortical externa es generalmente más gruesa que la interna, aunque en la región molar ambas presentan un espesor similar.

3.2.1.3. Anatomía

Los huesos maxilares son aquellas estructuras óseas que corresponden al maxilar y la mandíbula los cuales tienen como particularidades de ser las estructuras de soporte para los componentes del sistema estomatognático y a su vez son los que dan las características faciales de las personas.[39]

3.2.1.3.1. Maxilar superior

El maxilar superior se compone de un cuerpo central y cuatro prolongaciones. Esto hace que el cuerpo del maxilar tenga un aspecto de pirámide irregular. La porción que conforma la base es la que va a estar hacia la fosa nasal llamada cara nasal. Las otras caras son la cara orbitaria que conforma la mayor porción del suelo de la órbita, la otra cara es la que se dirige hacia el rostro y es la porción malar y como última porción tenemos a la pared cigomática. Las prolongaciones van a unirse con varios huesos del cráneo, una de ellas es la que se une al hueso frontal que es la apófisis ascendente una prolongación cigomática la cual se une al hueso malar para formar el pómulo, la palatina la cual se va a unir al del lado opuesto para formar la zona principal de la bóveda palatina y como última la prolongación alveolar la cual va contener a las raíces de los dientes superiores. Esto nos presenta que el hueso maxilar va a cumplir un rol principal, ya que estas

van a contener a las piezas dentarias, además que internamente se encontrarán los senos maxilares los cuales tienen como función principal la de permeabilizar la temperatura en la respiración.[39]

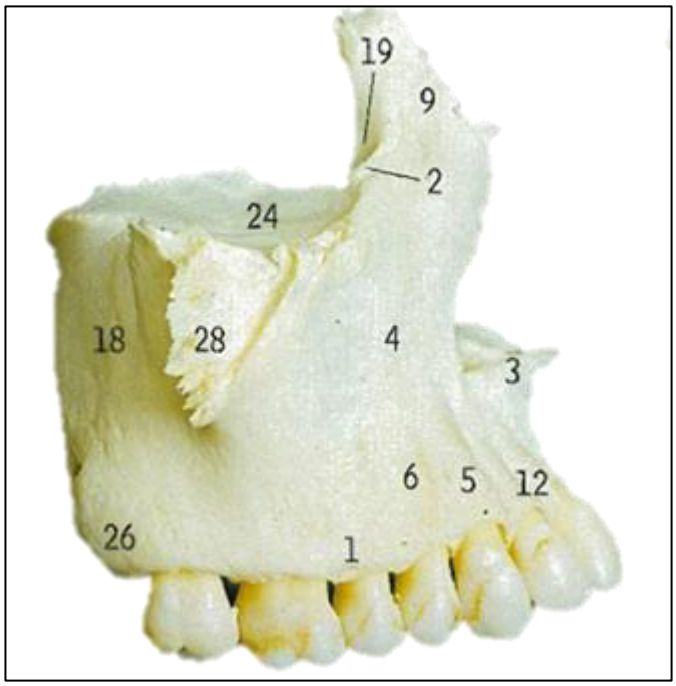


Fig.5: Cara lateral del Hueso Maxilar se observa la apófisis piramidal o cigomática, la apófisis frontal o ascendente y la cresta alveolar. (Tomado de Gran Atlas McMinn de Anatomía Humana 2003)

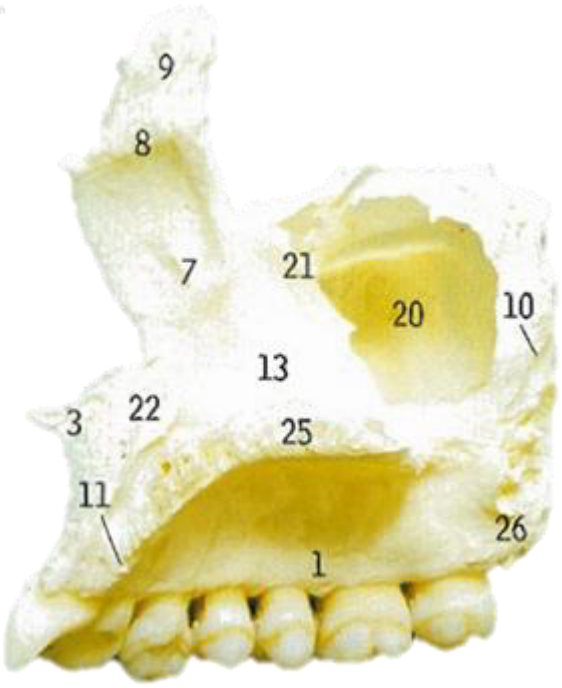


Fig.6: Cara medial del Hueso Maxilar se observa la porción palatina, la apófisis frontal o ascendente y la cresta alveolar. (Tomado de Gran Atlas McMinn de Anatomía Humana, 2003)

3.2.1.3.2. Maxilar inferior

Maxilar inferior o mandíbula es un hueso del cráneo el único que tiene capacidad de movilidad, está compuesto por un cuerpo en la zona anterior y por dos astas ascendentes lo cual le da una apariencia de herradura. El borde superior se continúa con la apófisis alveolar donde se insertan las raíces de los dientes. Las ramas ascendentes tienen en su extremidad superior un cóndilo y una apófisis coronoides. La unión de las ramas con el cuerpo se da a nivel del ángulo mandibular; el cuerpo de la mandíbula va a presentar una protuberancia mentoniana en su sector anterior que tiene forma piramidal lo cual su base conforma el borde inferior del hueso, a los lados se va presentar la fosa mentoniana en donde se encuentra los agujeros mentonianos los cuales se van a localizar a nivel de las 1 o 2 premolar.[39]

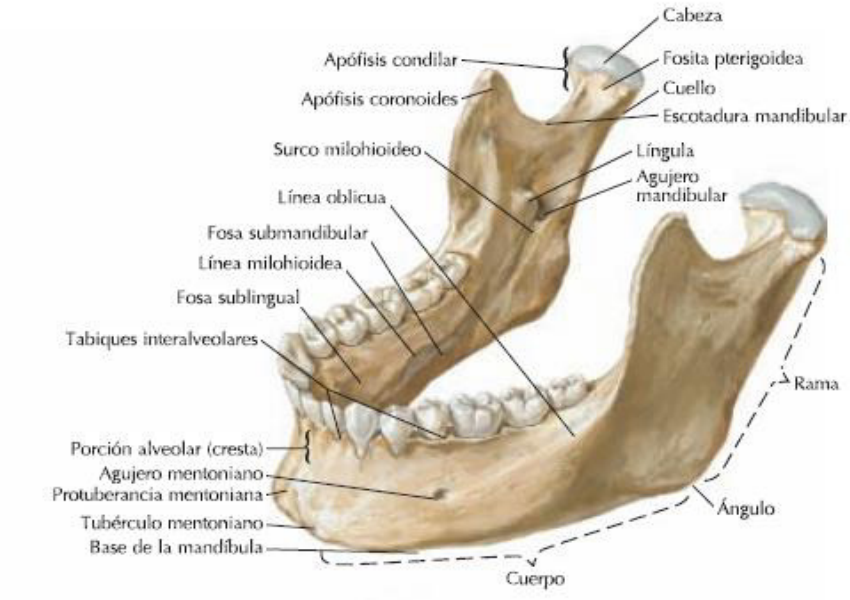


Fig.7: Cuerpo y ramas ascendentes de la mandíbula. (Tomado del libro Netter.F Anatomía cabeza y cuello 5ta Edición, 2011).

3.2.2. Edentulismo

El edentulismo es según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se define como la pérdida parcial o total de piezas dentarias en cualquier etapa de la vida adulta, con esto las personas presentan una calidad de vida menos favorable. El edentulismo tiene varios factores ya sean por acción mecánica ante un trauma, por afecciones de tipo bucodental como son la caries y la periodontitis, a su vez está asociada a ciertas patologías o consumo de fármacos y estupefacientes.[40]

Es importante saber que cuando ocurren estos factores y se pierden piezas dentarias es cuando el hueso alveolar empieza a sufrir alteraciones. La teoría según la ley de Wolf nos dice que el hueso se va a remodelar en función de la fuerza que se aplique. Es por esto, por lo que el hueso necesita una estimulación

para obtener una forma y densidad adecuada. Con la pérdida de dientes esta armonía se rompe ocasionando que se dé una pérdida de ancho en el hueso y después la altura del volumen óseo; con lo cual el hueso alveolar se ve mermado y ocasionando que exista una disminución de la altura facial provocando un daño a nivel estético del rostro haciendo que se vea una persona con aspecto envejecido.[40]

El edentulismo parcial constituye un problema frecuente en la población adulta peruana, cuya presencia genera alteraciones en la disposición de las estructuras anatómicas adyacentes, incluyendo vasos sanguíneos, nervios y tejidos blandos y duros. Ante esta situación, los pacientes suelen optar por tratamientos rehabilitadores fijos y de larga duración, como los implantes dentales.

Previo a su colocación, es imprescindible realizar estudios diagnósticos mediante tomografía computarizada, los cuales permiten evaluar de manera tridimensional la condición, diferenciación y cuantificación de las estructuras óseas involucradas.[41]

3.2.3. Densidad ósea

La densidad ósea (volumen óseo) es aquella cantidad de masa ósea por área (en imágenes bidimensionales) o por determinada cantidad de volumen de hueso (en imágenes tridimensionales) considerada por algunos autores como calidad ósea, está directamente relacionada con la densidad del espesor del hueso cortical en términos de resistencia ósea a la estabilidad mecánica en relación al implante dental y también la estabilidad primaria durante la colocación del implante.[22,42,43]

La densidad ósea media varía significativamente entre los sitios de implante en mandíbula y maxilar. Según la literatura, el área de mayor a menor densidad ósea sigue esta secuencia respectivamente: Mandíbula anterior > maxilar anterior >mandíbula posterior > maxilar posterior.[44]

Pauwels y cols (2014) planteó que la calidad ósea (densidad ósea en este estudio) es esencial pero ambigua, ya que no existe un consenso claro sobre la definición de calidad ósea, pero, en general, abarca múltiples aspectos de la fisiología ósea, el grado de mineralización, la morfología y el tipo de patrón trabecular a diferencia del término densidad ósea.[45]

Se ha sugerido que la calidad ósea y/o densidad ósea es uno de los principales factores que influyen en el éxito de la terapia con implantes. Las áreas de menor calidad o densidad ósea han mostrado tasas de falla más altas y valores de estabilidad primaria más débiles. A partir de lo mencionado, se debe recomendar e la evaluación de la calidad ósea durante la fase de planificación prequirúrgica del implante. Por lo general existen métodos peri o posquirúrgicos para comprobar la estabilidad del implante, durante o después de su colocación (medición de la rigidez ósea, características de amortiguación, frecuencia de resonancia) ; sin embargo, estos métodos llegan demasiado tarde para anular la selección de sitios de implante desfavorables.[46,47] Además, algunos métodos preoperatorios, como la evaluación de la densidad ósea por ultrasonido, no están fácilmente disponibles en la práctica odontológica y no se conocen bien en la cirugía de implantes orales, es por ello que el cirujano oral debe tomar decisiones quirúrgicas cruciales basadas en la estimación de la densidad ósea en el sitio de inserción según las diferentes técnicas estandarizadas de medición de densidad ósea.[48]

- **3.2.3.1. Evaluación subjetiva de la densidad ósea**

Según clasificación de Lekholm y Zarb

En 1985 se propuso una clasificación de la calidad ósea de los maxilares en pacientes totalmente edéntulos, basada en la evaluación radiográfica y en la apreciación clínica de la resistencia ósea durante la preparación del lecho implantario. Dicha clasificación establece cuatro tipos de densidad ósea en función de la proporción de hueso cortical y trabecular.[9]

Hueso tipo 1	hueso compacto y homogéneo casi exclusivamente cortical
Hueso tipo 2	hueso cortical compacto con porción trabecular densa.
Hueso tipo 3	hueso cortical delgado con porción trabecular densa
Hueso tipo 4	hueso cortical delgado con porción trabecular de baja densidad.

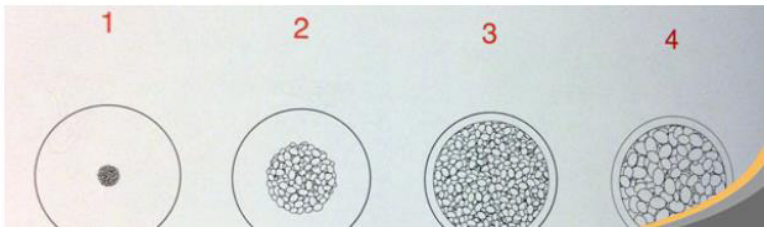


Fig. 7. Hueso tipo 1, tipo 2, tipo 3 y tipo 4

Una de las ventajas de esta evaluación es que se utiliza antes del tratamiento; y, por lo tanto, puede ayudar a predecir el resultado del tratamiento hasta cierto punto. Sin embargo, ésta es una técnica subjetiva e inespecífica para determinar

la densidad ósea y hay mucha superposición entre sus diversas categorías. Además, no proporciona datos cuantitativos sobre la calidad y densidad ósea.[9]n En relación con esta clasificación, Norton M.R. y Gamble C. (2001) señalaron la necesidad de establecer un sistema cuantitativo de evaluación de la calidad ósea que fuese preoperatorio y no dependiera de la percepción del operador.

Con el fin de superar estas limitaciones, propusieron una clasificación basada en el uso de la tomografía computarizada (TC) y las unidades Hounsfield (UH), incorporando así un criterio objetivo para la medición de la densidad ósea. Este enfoque amplía la clasificación de Lekholm y Zarb, al establecer una escala cuantificable organizada en cuatro categorías según los valores de densidad ósea.

Tipo I: UH > 850

Tipo II: 500-850 UH

Tipo III: 500-850 UH

Tipo IV: 0-500 UH

Tipo V: Menor a 0 UH).

Esta metodología se convirtió en un indicador del pronóstico del éxito de los implantes, proporcionando información específica del sitio al informar sobre la calidad del hueso en cada área destinada al implante. Aunque esta clasificación sigue presentando signos de subjetividad al tener gran variedad de rangos en las que se presentan. Y a su vez estos no presentan una valoración real de las propiedades del hueso.[49]

Según clasificación Misch

Misch (1999), propuso una clasificación de la densidad ósea aplicable al complejo craneofacial, basada en las características macroscópicas del hueso cortical y trabecular, así como en la percepción táctil del operador durante la preparación del lecho implantario, complementada con la evaluación radiográfica.[50] Asimismo, el autor destacó que existen diferencias perceptibles en la resistencia ósea durante la osteotomía, lo que permite inferir la calidad del hueso según la sensación táctil experimentada durante el fresado.[51] En este contexto, la densidad ósea se clasifica en función de la cantidad y las características del hueso cortical y trabecular, constituyendo un criterio clínico relevante para la planificación implantológica:

Hueso D1	Sería como roble o arce (cortical denso), no se observa nunca en el maxilar superior, pero está presente en el maxilar inferior (sínfisis y en atrofias óseas)
Hueso D2	Sería como pino o abeto (cortical de denso a poroso y trabecular denso). Se observa con mayor frecuenta en la mandíbula y en el maxilar superior, se puede encontrar en regiones parcialmente edéntulas, a nivel de los incisivos, caninos o premolares.
Hueso D3	Sería como madera de balsa (cortical poroso y trabecular fino), es muy común encontrarse en el maxilar.
Hueso D4	Sería como poliestireno o gomaespuma (poca cortical y trabecular fino). Se puede encontrar en la región posterior del maxilar en un 40% de los casos y en la región anterior en un 10%.
Hueso D5	Hueso muy blando con mineralización incompleta y amplios espacios intratrabeculares

En comparación con la evaluación histomorfométrica, la clasificación de Carl E. Misch basada en la percepción táctil durante la osteotomía permite diferenciar con mayor claridad los extremos de densidad ósea (D1 y D4); sin embargo, presenta limitaciones para distinguir entre los tipos intermedios (D2 y D3). Asimismo, la correlación entre esta clasificación y la propuesta de Lekholm y Zarb, fundamentada en la evaluación radiográfica, ha sido descrita como moderada en la literatura. Posteriormente, Misch perfeccionó su sistema al incorporar rangos cuantificables en unidades Hounsfield (HU), junto con referencias de percepción táctil, con el propósito de estandarizar la evaluación

de la calidad ósea y facilitar su comunicación clínica. Este enfoque buscó establecer un lenguaje universal que permita orientar la toma de decisiones y los protocolos implantológicos según la densidad ósea.[51]

Debido a las limitaciones inherentes a las clasificaciones subjetivas, diversos autores han resaltado la necesidad de emplear métodos objetivos para la medición de la densidad ósea antes de la colocación de implantes dentales.

- **3.2.3.2. Evaluación objetiva de la densidad ósea**

La evaluación objetiva de la densidad se puede medir de diferentes formas como el análisis densitométrico (medición de la densidad óptica del hueso) de radiografías periapicales (convencionales y digital), la absorciometría de doble energía o doble haz de rayos X (DXA), tomografía computarizada multidetector, la resonancia magnética y la tomografía computarizada cuantitativa periférica de alta resolución.[52]

a. Radiología convencional y digital

La radiografía convencional representa estructuras tridimensionales en imágenes bidimensionales, lo que genera superposición anatómica y posibles distorsiones por magnificación tanto en técnicas intraorales como extraorales.[52] Además, presenta una limitada sensibilidad para la evaluación de la densidad ósea, ya que solo permite detectar pérdidas significativas de masa ósea, generalmente superiores al 30–50 %. Desde el punto de vista radiológico, se reconocen distintas densidades (aire, grasa, agua, hueso y metal), cuya interpretación se basa en la escala de grises de la imagen. No obstante, esta valoración es esencialmente subjetiva, ya que depende de factores técnicos como el tiempo de exposición, el kilovoltaje, el miliamperaje, la distancia foco-

película, así como del procesamiento de la imagen. A partir de radiografías panorámicas, es posible estimar la densidad ósea mediante índices radiomorfométricos obtenidos por medición manual, los cuales han demostrado correlación con la masa ósea general. En este contexto, la mandíbula constituye una región especialmente útil debido a su susceptibilidad a cambios en la densidad ósea, permitiendo la evaluación del grosor cortical en diferentes zonas. Entre los índices más utilizados destacan el índice panorámico mandibular y el índice cortical mandibular de Taguchi, siendo este último considerado uno de los métodos más válidos para la valoración de la densidad ósea mandibular.[53]

b. Absorciometría radiológica de doble energía (DXA)

La absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) forma parte de las técnicas densitométricas por absorciometría, siendo actualmente el método más utilizado para la medición de la densidad mineral ósea. Permite cuantificar la densidad ósea en diversas regiones del esqueleto, especialmente en la columna lumbar y el fémur proximal, siendo ampliamente empleada en el ámbito hospitalario para el diagnóstico, control y seguimiento de enfermedades como la osteoporosis.[54]

En los últimos años, se ha explorado su aplicación en el campo odontológico mediante estudios experimentales, principalmente en modelos animales. Diversos autores, como Choël y colaboradores, han señalado su potencial utilidad en el diagnóstico preimplantológico. Asimismo, Lindhl y cols. compararon la densidad mineral ósea oral y sistémica mediante DXA y tomografía computarizada, sugiriendo que esta técnica podría ser útil en la evaluación previa a la colocación de implantes.[55–56]

López Quiles et. al. (2010), confeccionaron un mapa de densidades en maxilares de 40 pacientes desdentados y evaluaron la densidad mineral de los maxilares desdentados .[57]

Pérez Canete (2011), en su estudio determinó la relación entre densidad ósea maxilo-mandibular y estabilidad de los implantes; y a su vez con densidad ósea total del cuerpo, obteniendo una correlación positiva entre las variables.[58]

Muñoz y cols (2023), en su estudio evaluó la correlación entre los patrones radio morfométricos mandibulares y las mediciones de absorciometría de rayos X de energía dual para la detección de la densidad mineral ósea; Los resultados sugieren que las evaluaciones cualitativas de los patrones radiomorfométricos en radiografías panorámicas se correlacionan con los valores de DXA.[59]

No obstante, la DXA presenta limitaciones en su aplicación en el área maxilofacial, principalmente debido a su incapacidad para diferenciar con precisión entre el hueso cortical y trabecular, ya que proyecta estructuras tridimensionales en imágenes bidimensionales. Asimismo, los densitómetros convencionales no se adaptan adecuadamente a la anatomía de los maxilares, caracterizada por su menor tamaño y complejidad en comparación con las regiones habitualmente evaluadas, como la columna lumbar y la cadera.

c. Tomografía Computarizada

- **Estructura y funcionamiento**

Un tomógrafo es un aparato de imágenes radiográficas en 3D que se utiliza para obtener imágenes detalladas del interior del cuerpo humano utilizando tecnología de rayos X. El funcionamiento de un tomógrafo se basa en el principio de que

los tejidos del cuerpo humano absorben los rayos X en diferentes grados, lo que permite que se creen imágenes detalladas de los órganos y estructuras internas.

Para realizar este procedimiento el paciente se acuesta sobre una mesa móvil que se desliza dentro del anillo del tomógrafo. El anillo contiene una fuente de rayos X que gira alrededor del cuerpo del paciente y un detector de rayos X que está situado en el lado opuesto del anillo. A medida que la fuente de rayos X gira alrededor del cuerpo, emite una serie de haces que pasan a través del cuerpo del paciente y son recogidos por el detector convirtiendo la información de los rayos X en señales eléctricas que se envían a una computadora.

La computadora utiliza estas señales para crear imágenes tridimensionales de las estructuras internas del cuerpo. Las imágenes se pueden ver en un monitor y también se pueden imprimir para que los médicos las revisen y las utilicen para diagnosticar y planificar tratamientos. Sin embargo, debido a la exposición a los rayos X, los tomógrafos sólo se utilizan cuando es necesario y siempre se toman medidas para minimizar la exposición del paciente a la radiación

d. Tipos de tomografía computarizada

- **Tomografía computarizada convencional**

La tomografía computarizada convencional (TCC) es un tipo de tomografía computarizada que utiliza una serie de radiografías en ángulo para producir imágenes transversales o axiales del cuerpo humano. Durante el examen, el tubo de rayos X emite una serie de haces de rayos X a través del cuerpo del paciente en diferentes ángulos, mientras que el detector registra la cantidad de radiación que atraviesa el cuerpo en cada posición.[60]

- **Tomografía computarizada helicoidal**

La tomografía helicoidal, también conocida como tomografía computarizada (TC) helicoidal o espiral, es una técnica imagenológica avanzada que permite la obtención de imágenes de alta resolución en un tiempo más corto que la tomografía convencional.

En la tomografía helicoidal lo que diferencia de la forma convencional es que el Gantry gira alrededor del cuerpo del paciente, emitiendo haces de rayos X en forma de espiral. Los datos obtenidos durante la exploración se procesan mediante un algoritmo especializado de reconstrucción de imágenes, lo que permite la obtención de imágenes transversales detalladas de alta resolución.[60]

- **Tomografía computarizada Cone beam**

La radiología dental digital ha evolucionado significativamente de las imágenes tradicionales bidimensionales (2D) a modalidades tridimensionales (3D) avanzadas como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Esta progresión ha superado muchas limitaciones de las imágenes 2D, incluyendo la superposición y la distorsión, lo que permite una visualización más precisa de estructuras anatómicas complejas. A pesar de la mayor dosis de radiación de CBCT en comparación con las imágenes 2D, los avances continuos en los protocolos de dosis bajas y los algoritmos de reducción de artefactos han ampliado sus aplicaciones clínicas. [41]

La tomografía Cone Beam (TCB) es un tipo de herramienta imagenológica esencial más especializado para producir imágenes tridimensionales detalladas de la estructura ósea y de los tejidos blandos del cuerpo humano.[60]

La Tomografía Computarizada Cone Beam (CBCT) ha optimizado el diagnóstico en diversas áreas de la odontología, al permitir la obtención de imágenes detalladas de la cavidad oral y estructuras asociadas, así como reconstrucciones tridimensionales que facilitan un análisis más preciso. Desde su introducción a finales de la década de 1990, ha experimentado una amplia aceptación en múltiples especialidades odontológicas, impulsada por avances tecnológicos que han mejorado la calidad de imagen, reducido la dosis de radiación y aumentado su accesibilidad.[41] Este sistema fue desarrollado con el propósito de obtener imágenes tridimensionales del complejo maxilofacial con una menor exposición a radiación en comparación con la tomografía computarizada convencional.[61] Generalmente, la adquisición de imágenes se realiza con el paciente en posición sentada o de pie, con tiempos que oscilan entre 10 y 40 segundos, dependiendo del equipo y los parámetros utilizados.[61] Entre sus principales ventajas destaca la reducción significativa de la dosis de radiación efectiva, que puede ser hasta un 90% menor que la de la tomografía médica convencional, además de permitir cortes en diferentes planos y proyecciones con alta precisión espacial.[62, 63] En el ámbito odontológico, resulta especialmente útil para la evaluación detallada de las estructuras dentarias y maxilares, siendo fundamental en la planificación de implantes dentales, ya que permite analizar dimensiones óseas, altura del hueso alveolar e identificar estructuras anatómicas críticas como el nervio alveolar inferior y el seno maxilar.[64] Asimismo, facilita la localización de la arteria alveolar posterior superior, cuya integridad es clave durante procedimientos como la elevación del piso sinusal, dado el riesgo de lesión asociado a procesos de reabsorción ósea y neumatización del seno maxilar.[65] Además de su aplicación en odontología, la CBCT se emplea en otras áreas como la cirugía maxilofacial y la ortopedia.[66] No obstante, presenta

limitaciones, entre ellas su baja resolución de contraste para tejidos blandos, lo que restringe su utilidad en la evaluación de músculos, ganglios linfáticos o el disco de la articulación temporomandibular. Asimismo, su implementación puede verse limitada por el alto costo del equipo, especialmente en entornos con recursos restringidos. Finalmente, la integración de los datos obtenidos mediante CBCT con tecnologías de diseño y manufactura asistida por computadora (CAD/CAM) y sistemas de impresión 3D ha permitido el desarrollo de guías quirúrgicas y prótesis personalizadas, mejorando la precisión en procedimientos implantológicos y optimizando los resultados funcionales y estéticos.[41]

3.2.4. Escala Hounsfield

Al abordar la escala de Hounsfield, es fundamental comprender el proceso mediante el cual se obtienen estos valores. Para ello, se introduce el concepto de coeficiente de atenuación lineal (μ), el cual representa la capacidad de un material para atenuar o absorber los fotones de rayos X. Este coeficiente está directamente relacionado con el número atómico (Z) y la densidad del material, e inversamente con la energía del haz de radiación. Asimismo, el valor de μ depende de los principales mecanismos de interacción entre los rayos X y la materia, principalmente el efecto Compton y el efecto fotoeléctrico.[67]

El efecto Compton predomina en tejidos blandos y se caracteriza por la transferencia parcial de energía del fotón incidente a un electrón, lo que genera su expulsión y la dispersión de un fotón de menor energía. Por otro lado, el efecto fotoeléctrico ocurre con mayor frecuencia en materiales de mayor número atómico, donde el fotón incidente es completamente absorbido, provocando la eyección de un electrón de una capa interna; posteriormente, la reorganización electrónica genera la emisión de radiación secundaria.

Esta característica ira decreciendo a medida que la energía del fotón se aleje de la zona cercana al núcleo del elemento. Y esto se grafica en las imágenes donde a medida que el coeficiente de atenuación lineal de un material aumenta, esta se observara más blanco y por el contrario a menor valor esta nos darán imágenes oscuras. Mientras exista una menor cantidad de fotones dispersados las imágenes tendrás mejores contrastes y por lo tanto aportaran mejor información.[68,69]

La escala Hounsfield es una escala de unidades de tomografía computarizada (TC) que mide la densidad de los tejidos del cuerpo humano. Fue desarrollada por el Dr. Godfrey Hounsfield, quien inventó la TC en la década de 1970.[62]

La escala Hounsfield asigna un valor numérico a cada tejido, que varía desde -1000 hasta +1000. El valor -1000 corresponde al aire, que tiene la menor densidad de todos los tejidos, mientras que el valor +1000 corresponde al hueso, que tiene la mayor densidad de todos los tejidos. Los tejidos blandos, como los músculos y el hígado, tienen valores intermedios en la escala.[70]

Typical Hounsfield Units (HU) for Air and Tissues

Tissue	Hounsfield Units (CT Numbers)
Bone	+200 (trabecular) to +3000 (dense cortical)
Muscle	+40 to +80
Clotted blood	+50 to +75
Blood	+15 to +30
CSF	+15
Water	0
Fat	−60 to −100
Lung	−200 to −600
Air	−1000

$$HU = 1000 \times \frac{\mu - \mu_{water}}{\mu_{water}}$$

where μ is the linear attenuation coefficient.

CT, Computed tomography; *CSF,* cerebrospinal fluid.

3.2.5. ESCALA DE MEDICIÓN EN TOMOGRAFÍA CONE BEAM

Como se explicó anteriormente la Unidad Hounsfield (HU) es una escala estándar utilizada para mostrar y reportar valores en imágenes de Tomografía Computarizada (CT), y se basa en una escala lineal que solo tiene dos puntos de referencia: la atenuación del aire seco, ajustado a 1,000 HU y la atenuación del agua pura a 25°C, ajustada a 0 HU. Estos valores de HU son números estándar obtenidos a partir de imágenes de Tomografía Computarizada Multicorte (MSCT) que se usan en el ámbito médico. Por lo tanto, usar estas unidades Hounsfield como medida de la densidad ósea en la Tomografía Computarizada Cone Beam puede ser debatible debido a las diferencias en la energía y composición de los haces de rayos X utilizados en los equipos de CBCT, lo que puede generar diferentes valores de HU y afectar la precisión de la medición de la densidad ósea.[70]

En este contexto, diversos estudios han evaluado la relación entre los valores obtenidos mediante Tomografía Computarizada Cone Beam (CBCT) y la densidad mineral ósea (DMO). Naitoh y cols. (2009) analizaron la correlación entre los valores de voxel (VV) de CBCT y la DMO medida mediante Tomografía Computarizada Multicorte (MSCT), encontrando una asociación significativa entre ambos parámetros.[71]

Por su parte, Nomura y cols. (2010) investigaron la viabilidad de estimar la DMO a partir de los valores de voxel obtenidos por CBCT, proponiendo una ecuación de conversión: $y = -0{,}03669x^2 + 3{,}602x - 350{,}3$ (donde x corresponde al valor de voxel y y a la DMO en mg/cm^3 de hidroxiapatita). Además, evidenciaron una correlación significativa entre los valores de voxel y los números de CT obtenidos mediante MSCT.[64] Asimismo, Mah R y cols. (2010) estudiaron la relación entre

los niveles de grises de CBCT y las unidades Hounsfield (HU), concluyendo, a partir de modelos experimentales, que es posible aproximar los valores de HU mediante el uso de coeficientes de atenuación lineal como paso intermedio.[72] En la misma línea, Razi y cols. (2019), mediante un estudio in vitro comparativo entre CBCT y tomografía computarizada médica, demostraron la existencia de una fuerte correlación entre los niveles de grises y las unidades Hounsfield.[73] No obstante, la determinación de los valores de HU depende de la energía media del haz de rayos X. En los equipos de CBCT, este haz es policromático, es decir, está compuesto por fotones con diferentes niveles de energía, lo que puede generar variabilidad en los valores obtenidos entre distintos dispositivos. Por ello, la estandarización de la energía del haz resulta fundamental para garantizar la consistencia de las mediciones.[74] A pesar de que la CBCT no proporciona valores absolutos de unidades Hounsfield como la tomografía computarizada convencional, diversos estudios sugieren que los valores de densidad obtenidos pueden ser utilizados como una aproximación válida a las HU en contextos clínicos específicos.[75]

3.2.6. CARACTERÍSTICAS TOMOGRAFÍAS DE LOS MAXILARES

- **Hueso esponjoso**

El hueso esponjoso se sitúa entre las placas corticales de ambos maxilares. Está compuesto por placas y barras delgadas que se observan opacas en las imágenes radiográficas y rodean numerosos espacios pequeños de médula ósea que son radiolúcidos. En radiografías bidimensionales, el patrón radiográfico de las trabéculas se origina en dos fuentes anatómicas. La primera proviene del propio hueso esponjoso, mientras que la segunda proviene de la superficie endostal del hueso cortical externo, donde el hueso esponjoso se fusiona con el

hueso cortical. La variación en el patrón trabecular es amplia entre individuos y en diferentes áreas anatómicas del mismo paciente. Es crucial reconocer esta variación para evitar confusiones con otras patologías. Al evaluar el patrón trabecular en una región específica, es importante examinar la distribución, tamaño y densidad de las trabéculas y compararlos con la región correspondiente en la del lado opuesto. Esta comparación permite determinar si una región sospechosa es de origen anatómico o patológico.[62]



Fig.9: El patrón trabecular en la mandíbula posterior es bastante variable, generalmente mostrando grandes espacios medulares y escasos trabéculas, especialmente en el sector inferior (flechas). (Tomado del libro White and Pharoah's oral radiology, 2019).

- **Hueso cortical**

Las láminas corticales, bucales y linguales de los maxilares no generan una imagen detallada al utilizar radiografías periapicales, panorámicas; por el contrario, al utilizar la Tomografía Cone Beam estas se visualizan mejor en imágenes en cortes axiales, coronales y seccionales. El hueso cortical, al tener una composición mayor de minerales que el hueso esponjoso adyacente, hace

que este se observe más radiopaco. La superficie endostal de la corteza es lisa y se une al hueso esponjoso a través de sus trabéculas. El espesor del hueso cortical varía según la ubicación anatómica. En este sentido, el hueso que se encuentra adyacente a los dientes es por lo general delgado y apenas se visualiza.[62]

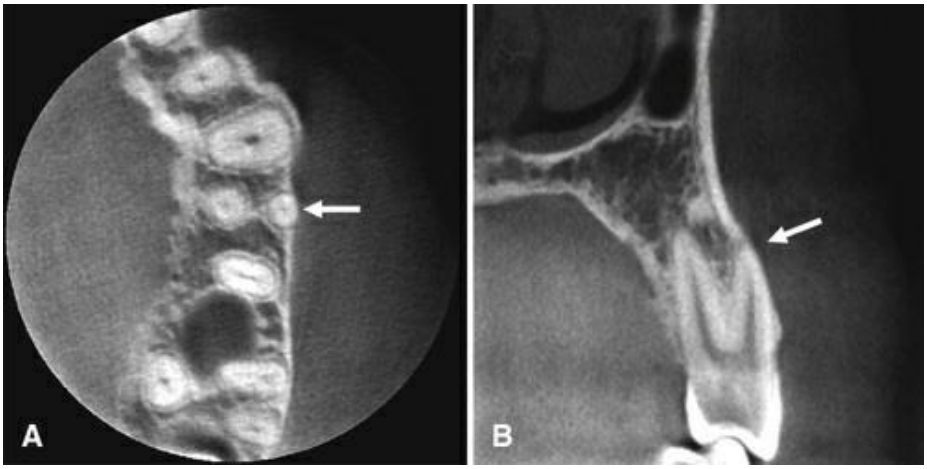


Fig.10: Tomografía Cone Beam corte axial (A) y coronal (B) donde demuestran la proximidad de las raíces del primer premolar al hueso cortical. Nótese la fenestración defecto adyacente a la raíz bucal del primer premolar (flechas). (Tomado del libro White and Pharoah's oral radiology, 2019).

3.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Densidad ósea: La densidad ósea se refiere a la cantidad de masa ósea presente en relación con el volumen de hueso que nos permite evaluar la fuerza y la calidad del tejido óseo.

Hueso Cortical: Es aquella porción del hueso maduro que se encuentra en la zona más externa, su característica principal es que es un hueso compacto y denso lo que hace que tenga una distribución más uniforme y tenga una mayor resistencia.

Hueso Trabecular: Es aquella estructura que se concentra de manera interna dentro del hueso. De composición porosa y con una distribución de sus componentes de manera irregular lo cual hace que se formen pequeñas cavidades lo que permite su actividad metabólica.

Tomografía Cone Beam: La Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) es una técnica especializada que permite obtener imágenes del cuerpo en partes o cortes. Esta técnica se utiliza resulta eficaz en relación que esta nos proporciona una visión detallada de una región con poca o ninguna superposición de estructuras.

Unidades Hounsfield: La unidad de volumen utilizada en la Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT, por sus siglas en inglés) es el píxel por sección de corte. Esta unidad de volumen representa el tamaño de un píxel en el monitor de la CBCT. En la imagen plana generada por la CBCT, cada píxel representa una sección de corte y contiene información sobre el coeficiente de atenuación del objeto en esa ubicación específica.

3.4. HIPOTESIS

- **HIPÓTESIS GENERAL**

Existen diferencias de densidades óseas en rebordes edéntulos de los huesos maxilares en pacientes adultos entre 40 a 60 años utilizando tomografías computarizadas Cone Beam.

- **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

1. Existe diferencia de densidad ósea de rebordes edéntulos en región anterior y molar del maxilar en tomografía computarizada Cone Beam según el género.

2. Existe Determinar la diferencia de densidad ósea de rebordes edéntulos en región anterior y molar de la mandíbula en tomografía computarizada Cone Beam según el género.

3. Existen diferencias de densidad ósea de rebordes edéntulos en región anterior y molar del maxilar y la mandíbula en tomografía Cone Beam.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición	Tipo de Variable	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Densidad Ósea	La densidad ósea se refiere a la cantidad de masa ósea presente en relación con el volumen de hueso que nos permite evaluar la fuerza y la calidad del tejido óseo.	***Cuantitativa***	**Densidad Del Maxilar**	**Cantidad de unidades Hounsfield por volumen de hueso medido**	**De Razón**
			Densidad de Mandíbula	**Cantidad de unidades Hounsfield por volumen de hueso medido**	**De Razón**

Edad	Tiempo vivido por una persona desde su nacimiento	***Cualitativa***	**Años**		**Ordinal**
Sexo	Característica fisiológica, anatómica y biológica que definen a los seres humanos como varón y mujer.	***Cualitativa***	**Masculino** **Femenino**		**Nominal**

IV. METODOLOGÍA

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación será de tipo observacional, porque el investigador no tendrá intervención sobre las variables; además será descriptivo, ya que se describirán las características encontradas en las tomografías de los pacientes medidos en unidades Hounsfield; transversal, porque las variables serán medidas en un solo momento y retrospectivo ya que las tomografías analizadas ya fueron tomadas con anterioridad**.**

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

4.2.1. Población

La población estará constituida por todos los estudios tomográficos computarizados Cone Beam de los pacientes que acudieron a la Clínica Continental Orthodontics durante el período 2024-2025.

4.2.2. Muestra

Será de tipo no probabilística y por conveniencia acorde a los criterios de inclusión y exclusión. La muestra será conformada por 150 estudios tomográficos.

3.1.1.5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Cortes tomográficos de pacientes que acudieron a la Clínica Continental Orthodontics durante el período 2024-2025.

- Cortes tomográficos de pacientes comprendidos entre los 40 – 60 años, de ambos sexos.
- Cortes tomográficos de pacientes con rebordes edéntulos en la región anterior o molar.

4.3. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Cortes tomográficos de pacientes con diagnóstico de periodontitis según la nueva clasificación del 2018.
- Cortes tomográficos de pacientes con antecedentes patológicos de enfermedades sistémicas, patologías o terapias que puedan afectar significativamente la calidad ósea y las propiedades del hueso cortical.
- Cortes tomográficos de pacientes con tratamientos previo de remodelación o regeneración ósea en las regiones de estudio menor a 6 meses.
- Cortes tomográficos de pacientes en gestación o menopausia.
- Cortes tomográficos de pacientes con tratamiento de ortodoncia previa o en curso.

4.4. UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis son las tomografías computarizadas *Cone Beam* de los pacientes que acudieron a la Clínica Dental Continental Orthodontics en el período 2024-2025 los cuales cumplen con los criterios de inclusión establecidos en el presente estudio.

4.5. TÉCNICA, PROCEDIMIENTO E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos se realizarán los siguientes pasos:

1° Se realizará la gestión para la autorización del estudio dentro de las instalaciones de la Clínica Dental Continental Orthodontics, que cuenta con el registro y/o base de datos de los estudios tomográficos (grabación digital), obtenidos mediante tomografía computarizada *Cone Beam* (CBCT) del tomógrafo marca Point 800S HD el cual emplea el software Real Scan 2.0 donde se analizarán todas las tomografías que se encuentren establecidos dentro de los criterios de inclusión y exclusión.

2° Recopilación de datos: Una vez obtenida la autorización de la Clínica Dental, se procederá a recopilar en primer lugar los datos de filiación de los cuales solo se considerará la edad y el sexo de acuerdo a los criterios de inclusión detallados.

3° El examinador será capacitado por un experto en el área de Radiología Maxilofacial para el manejo de los cortes tomográficos a fin de poder determinar y precisar imágenes que permitan los análisis correspondientes.

4 ° Para realizar los análisis tomográficos se seguirá una serie de protocolos los cuales van a comprender en los siguientes pasos que se describen a continuación:

1. Para la exploración de las densidades óseas a través del programa Real Scan 2.0 se realizará lo siguiente:



Fuente: Programa Real Scan 2.0 del Tomógrafo de la Clínica Dental Continental Orthodontics

2. Se ubicará un reborde edéntulo existente de la zona postero-inferior (región posterior de la mandíbula)

3. De ello la zona específica a medir será la siguiente:

-La zona que comprende al primer molar izquierda (Fig.1)

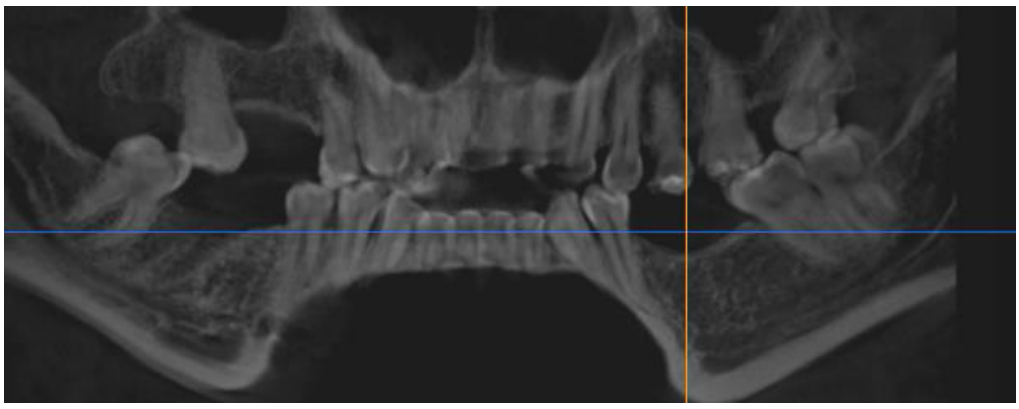
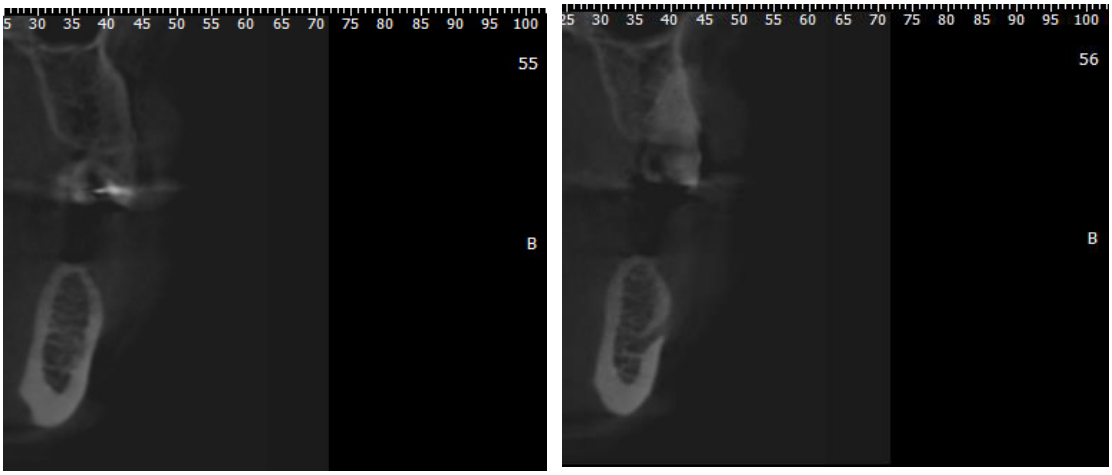


Fig. 1: Representación de un corte coronal tomográfico, ubicación de la zona posterior, que comprende la primera molar inferior izquierda (Elaboración Propia).

4. Una vez ubicada la zona de medición, se realizaron cortes de ésta, con un intervalo de 1 mm y grosor de 1 mm, entre ellas; corte transaxial (Fig.2)



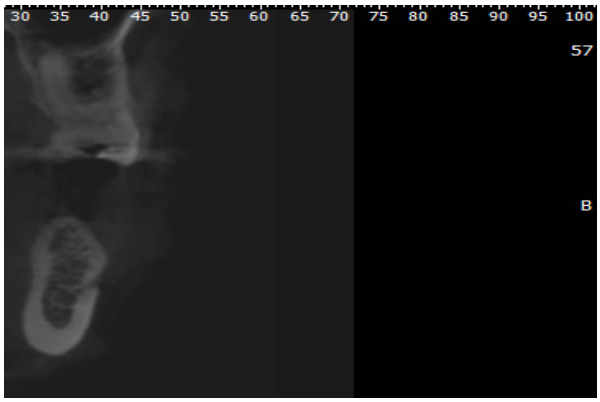


Fig. 2: Representación de un corte transaxial tomográfico. (Elaboración Propia).

5. En el corte transaxial se realizará lo siguiente:

- Primero: se medirá la altura del reborde edéntulo, (X). Distancia (línea) vertical desde el punto más superior del reborde hasta el borde superior del agujero dentario inferior. Ésta estará en la dirección óptima para la colocación de un implante dental, (ver fig.3).

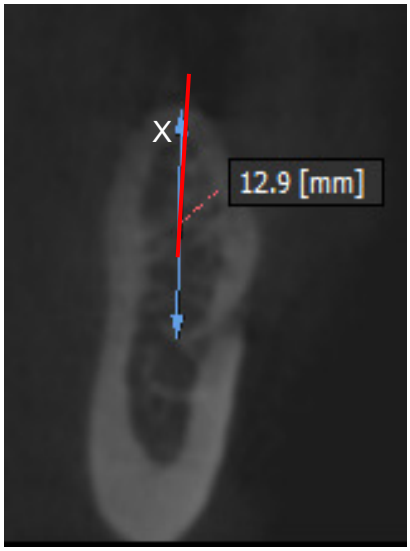


Fig. 3: Representación de un corte transaxial tomográfico y trazado de una línea vertical (X) desde el punto más superior del reborde hasta el borde superior del agujero dentario inferior. (Elaboración propia)

- Segundo: En el corte transaxial, se marcará un área de dimensión de 2 x 10 mm, desde la parte más superior del reborde hacia apical de la misma y se ubicará en una posición (dirección) óptima para la colocación de un implante dental 1 mm a cada lado de la línea vertical trazada (X). Este procedimiento se realizará mediante la opción de “insert implant”, que se muestra en el software Real Scan 2.0. (fig. 4).

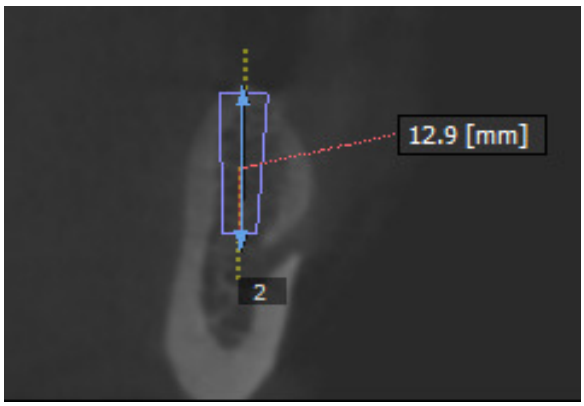


Fig. 4: Representación de un corte transaxial tomográfico y del área de dimensión de 2 x 10 mm, desde la parte más superior del reborde hacia apical de esta. Der. Representación del área demarcada mediante la opción “implant insert” del Software Real Scan 2.0 en el corte transaxial tomográfico (Fuente: elaboración propia)

6. En el área demarcada se cuantificará la densidad, mediante la opción “Show Bone Density” (fig. 5). Al cuantificar esta área el Software Real Scan 2.0, arrojará dos mediciones de la densidad (inside y outside) con sus respectivas desviaciones estándar, (ver fig. 6). Las unidades en las que se medirá la densidad ósea serán en unidades Hounsfield equivalentes (HU*). Ambas mediciones serán registradas en la ficha de recolección de datos, luego se sacará un promedio de ambas mediciones, con el cuál se trabajó finalmente.

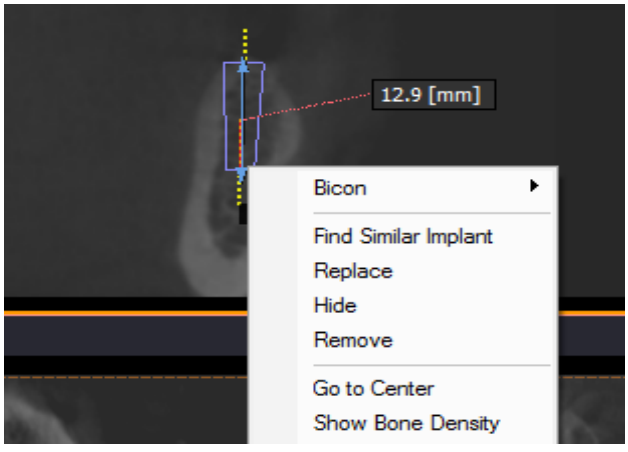


Fig. 5: Representación de la opción “Show Bone Density” del Software Real Scan2.0 (Elaboración propia)

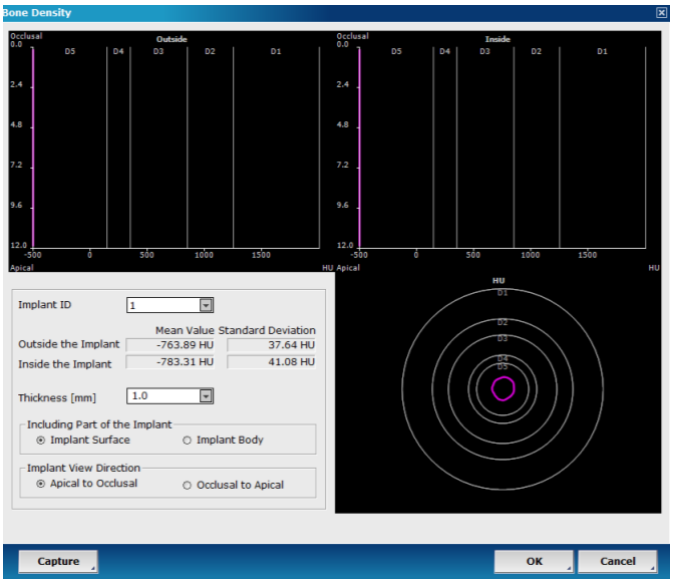


Fig. 6: Representación de la cuantificación de la densidad ósea mediante el software Real Scan 2.0 (Elaboración propia)

7. Luego de obtener los valores densitométricos, los promedios que se obtengan de las densidades serán anotados en la ficha de recolección para el análisis estadístico correspondiente.

4.4 RECOLECCIÓN DE DATOS

Después de haber obtenido los datos a través de la ficha de recolección elaborada específicamente para el estudio, se registrará cada ficha previamente verificada en una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel 2016 y posterior a ello todos estos datos serán procesados por el programa estadístico SPSS versión 25.0, para el análisis descriptivo e inferencial correspondiente.

V. RESULTADOS

Tabla 1. *Estadísticos descriptivos de la Variable Densidad Ósea*

		DENSIDAD ÓSEA
N	Válido	150
	Perdidos	0
Media		3.7308
Mediana		3.7500
Moda		3, 67ª
Desviación estándar		.23427
Varianza		.055
Asimetría		-.070
Error estándar de asimetría		.224
Curtosis		-.181
Error estándar de curtosis		.444
Rango		1.25
Mínimo		3.00
Máximo		4.25
Suma		436.50
Percentiles	25	3.5833
	50	3.7500
	75	

Fuente (elaboración propia)

En este estudio se detalla los estadísticos descriptivos de Densidad Ósea, donde de 100 datos obtenidos, se halló que la media fue de 3.7308; con una moda de 3.67. Se observó una curtosis negativa de -.181 y una asimetría también negativa de -.070.

Tabla 2. *Distribución de los pacientes que conformaron la muestra para cada género.*

Genero	Frecuencia N	Porcentaje %
M	81	54%
F	69	46 %
Total	**150**	**100%**

Fuente (elaboración propia)

En la tabla N°2 se halló que de una muestra total de 150 tomografías Cone Beam, 81 de ellas representado con el 54% pertenecieron al sexo masculino, seguido del sexo femenino con el 46% respectivamente.

Tabla 3. Distribución de los pacientes que conformaron la muestra por densidad ósea

ZONA	Densidad Ósea	Frecuencia N	Porcentaje %
MAXILAR	151-350 HU	61	40.7 %
	351-850 HU	73	48.6 %
	851-1250 HU	16	10.7 %
	Total	**150**	**100%**
MANDÍBULA	151-350 HU	12	7.7%
	351-850 HU	76	50.7%
	851-1250 HU	63	41.6%
	Total	**150**	**100%**

Fuente (elaboración propia)

En la tabla N° 03 se encontró que según la distribución de las tomografías Cone Beam que conformaron la muestra por densidad ósea, en el maxilar se observa que el 48.6 % representó el rango de mediana densidad de 351-850 HU, asimismo en la mandíbula se evidenció que el 50.7% presentó 351-850 HU; en otra medida los porcentajes más bajos en el maxilar se encuentra entre el rango de 851-1250 HU representando el 10.7%, por otro lado la mandíbula presenta menor porcentaje el rango de baja densidad de 151 -350 HU los cuales representan el 7.7%.Ademàs, dentro del rango de alta densidad 851-1250 UH, la mandíbula representa mayor porcentaje con 41.6 % que el maxilar 10.7 %.

Tabla 4. Distribución de los pacientes que conformaron la muestra por densidad ósea según maxilar por regiones

Densidad Ósea	**Región Anterior**		**Región Posterior**		**Frecuencia**	**Porcentaje**
	N	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
151-350 HU	14	4.7%	108	36%	122	40.7%
351-850 HU	119	39.6%	27	9%	146	48.6%
851-1250 HU	17	5.7%	15	5%	32	10.7%
Total	**150**	**50%**	**150**	**50%**	**300**	**100%**

Densidad Ósea	**Región Anterior**		**Región Posterior**		**Frecuencia**	**Porcentaje**
	N	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
151-350 HU	11	3.7%	12	4%	23	7.7%
351-850 HU	27	9%	125	41.7%	152	50.7%
851-1250 HU	112	37.3%	13	4.3%	125	41.6%
Total	**150**	**50%**	**150**	**50%**	**300**	**100%**

Fuente (elaboración propia)

En la tabla N° 04 se halló que de acuerdo a la distribución de las tomografías Cone Beam que conformaron la muestra por densidad ósea según maxilar por

regiones, en la región anterior 119 tomografías es decir el 39.6% representaron el rango de mediana densidad 351-850 HU mientras que en la región posterior la densidad ósea comprendida en el rango de baja densidad 151-350 HU estuvo representada con 108 tomografías es decir el 36%.

Tabla 5. Distribución de los pacientes que conformaron la muestra por densidad ósea según mandíbula por regiones

Densidad Ósea	Región Anterior				Región Posterior			
	MAX		MAND		MAX		MAND	
	N	%	N	%	N	%	N	%
151-350 HU	14	4.7%	11	3.7%	108	36%	12	4%
351-850 HU	119	39.6%	27	9%	27	9%	125	41.7%
851-1250 HU	17	5.7%	112	37.3%	15	5%	13	4.3 %
Total	**150**	**50%**	**150**	**50%**	**150**	**50%**	**150**	**50%**

Fuente (elaboración propia)

En la tabla N° 05 se halló que de acuerdo a la distribución de las tomografías Cone Beam que conformaron la muestra por densidad ósea según la mandíbula en la región anterior 112 tomografías con el mayor porcentaje de 37.3% presentaron el rango de mayor densidad 851-1250 HU; mientras que en la región posterior la densidad ósea con mayor porcentaje de 41.7% fue comprendida en el rango de mediana densidad 351-850 HU

Tabla 6. Comparación región anterior y posterior del hueso maxilar y mandíbula

Fuente (elaboración propia)

En la tabla N° 06 se halló al comparar de acuerdo a la distribución de las tomografías Cone Beam que conformaron la muestra por densidad ósea según región anterior y posterior de la zona maxilar y mandibular en relación a estos datos , en la región anterior del maxilar tuvo mayor porcentaje el rango de mediana densidad de 351-850 HU con un 39.6% representando 119 tomografías

; mientras que en la zona mandibular tuvo mayor porcentaje el rango de alta densidad de 851-1250 HU con un 37.3% representando 112 tomografías. En la región posterior del maxilar tuvo mayor porcentaje el rango de baja densidad 151-350 HU con un 36% representando 108 tomografías; a diferencia en la región posterior de la mandíbula tuvo mayor porcentaje el rango de mediana densidad 351-850 HU con un 41.7% representando 125 tomografías.

Tabla 7. Densidad ósea según género

Densidad Ósea	**Región Anterior**								**Región Posterior**							
	MAX				**MAND**				**MAX**				**MAND**			
	F		**M**		**F**		**M**		**F**		**M**		**F**		**M**	
	N	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
151-350 HU	6	2%	8	2.67%	4	1.3%	7	2.3%	41	13.7%	67	22.3%	2	0.7%	10	3.3%
351-850 HU	40	13.3%	79	26.3%	12	4%	15	5%	13	4.3%	14	4.7%	50	16.7%	75	25%
851-1250 HU	7	2.3%	10	3.3%	42	14%	80	26.7%	6	2%	9	3%	4	1.3%	9	3%
Total	**150**		**100%**		**150**		**100%**		**150**		**100%**		**150**		**100%**	

Fuente (elaboración propia)

En la tabla N° 07 sobre densidad ósea según género, se observa que en la región anterior del maxilar, en el rango de mediana densidad 351-850 HU, 40 tomografías con el 13.3% respectivamente pertenecieron al sexo femenino, mientras que en el mismo rango de densidad el sexo masculino obtuvo el 26.3%, en la región posterior del maxilar se evidenció , en el rango de baja densidad comprendido en 151-350 HU, 41 tomografías con el 13.7% respectivamente pertenecieron al sexo femenino, mientras que en el mismo rango de densidad el sexo masculino obtuvo el 22.3%; asimismo en la región anterior mandibular en el rango de mayor densidad 851-1250 HU, 42 tomografías con el 14% respectivamente pertenecieron al sexo femenino, mientras que en el mismo rango de densidad el sexo masculino obtuvo el 26.7% y finalmente para la región posterior de mandíbula fue comprendido en el rango de mediana densidad de 351-850 HU, 50 tomografías con el 16.7% respectivamente pertenecieron al sexo femenino, mientras que en el mismo rango de densidad el sexo masculino obtuvo el 25%

Tabla 8. Densidad ósea según edad

Densidad Ósea	Región Anterior								Región Posterior							
	MAX				MAND				MAX				MAND			
	40-50		51-60		40-50		51-60		40-50		51-60		40-50		51-60	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
151-350 HU	10	3.3%	2	0.7%	67	22.3%	13	4.3%	8	2.67%	6	2%	7	2.3%	12	4%
351-850 HU	75	25%	50	16.7%	9	3%	41	13.7%	79	26.3%	40	13.3%	15	5%	42	14%
851-1250 HU	9	3%	4	1.3%	14	4.7%	6	2%	10	3.3%	7	2.3%	80	26.7%	4	1.3%
Total	**150**		**100%**		**150**		**100%**		**150**		**100%**		**150**		**100%**	

Fuente (elaboración propia)

En la tabla N° 08 sobre densidad ósea según edad, se observa que en la región anterior del maxilar, en el rango de mediana densidad de 351-850 HU, 40 tomografías con el 25% respectivamente pertenecieron al rango entre 40-50 años, mientras que en el mismo rango de densidad los del rango entre 51-60 años obtuvo el 16.7% .En la región posterior del maxilar se evidenció , en el rango de mediana densidad de 351-850 HU, 79 tomografías con el 26.3% respectivamente pertenecieron al rango entre 40-50 años, mientras que en el mismo rango de densidad el rango entre 51-60 años obtuvo el 13.3%; asimismo, en la región anterior mandibular en el rango de baja densidad de 151-350 HU, 67 tomografías con el 22.3% respectivamente pertenecieron al rango entre 40-50 años, mientras que en el mismo rango de densidad el grupo entre 51-60 años obtuvo el 4.3% y finalmente para la región posterior de mandíbula en el rango de alta densidad comprendido en 851-1250 HU, 80 tomografías con el 26.7% respectivamente pertenecieron al rango entre 40-50 años, mientras que en el mismo rango de densidad el grupo de 51-60 obtuvo el 1.3%

Tabla 9. *Prueba chi-cuadrado*

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	**gl**	**Sig. asintótica (2 caras)**
Chi-cuadrado de Pearson	26,890[a]	6	.000
Razón de verosimilitud	55.332	6	.000
Asociación lineal por lineal	35.208	1	**.012**
N de casos válidos	100		

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la tabla 09 se obtuvo un nivel de significancia de 0.012 respecto a $p<0.05$, por lo tanto, al ser significativa, se acepta la hipótesis planteada por el investigador y se rechaza la hipótesis nula.

VI. DISCUSION

El presente estudio de investigación tuvo como objetivo analizar densidades óseas de las zonas edéntulas en pacientes de 40 a 60 años a través del uso de tomografías Cone Beam. Pero este análisis partió de la problemática de analizar la densidad ósea de las zonas edéntulas de los pacientes que van a ser candidatos para la colocación de un implante dental. Y es muy importante este análisis para poder realizar una planificación previa quirúrgica.

La metodología empleada para realizar el presente estudio se determinó al analizar las tomografías Cone Beam a través del tomógrafo marca Point 800S HD el cual empleaba el software Real Scan 2.0 pero esto nos lleva a una controversia ya que la densidad ósea al ser aquel volumen de hueso, el cual es medido con valores de unidades Hounsfield y esto nos lleva a una disyuntiva, ya que las tomografías Cone Beam con las que se realizan estos exámenes se miden en valores de unidad de grises , es así que en el año 2010 según Mah R y cols encontraron una relación entre las unidades Hounsfield de las MSCT y el nivel de grises de las tomografías Cone Beam llegando a concluir que estas se pueden comparar realizando una modificación en la atenuación lineal como paso para obtener una tomografía. Y es que estos valores van a ser un dato crucial para la planificación de un tratamiento implantológico ya que este va determinar uno de los principales factores sino el más importante para obtener una buena estabilidad primaria. En relación con esta controversia, Razi y col en (2019) los cuales también realizaron una comparación de estas concluyeron que existe una fuerte relación entre estos dos valores.

En Turquía Fariz y cols en el (2014) realizaron sus estudios en pacientes que necesitaban tratamiento de implantes los cuales estuvieron en un rango de edad

de entre 32-75 años los cuales estuvieron separados en 2 grupos de edad mayores de 51 y menores de 50 lo cual tiene semejanzas a nuestros rangos evaluados, muy por el contrario, Swayne (2018) realizó un análisis de las características de rebordes alveolares en tomografías Cone Beam en pacientes que sobre pasaban nuestro rangos de edades, siendo pacientes de menos de 30 años y mayores de 70 los analizados en este estudio. Para este estudio se consideraron pacientes entre 40-65 años con un promedio de 49.3 años de edad separados en dos rangos de valores de 40-50 y 51-65 en comparación a nuestro estudio.

Al realizar la evaluación de la densidad promedio de las zonas edéntulas estudios como los realizados por Mohammed (2018) el cual analizó la calidad ósea del maxilar en unidades hounsfield el cual tuvo como densidad promedio 690 HU esto se asemeja a nuestros resultados que arrojaron 631 HU, sin embargo si bien existe un atisbo de relación entre nuestros estudios es de tener en consideración que nuestro trabajo analizo zonas edéntulas de ambas maxilas en sectores anterior y posterior en contraparte el estudio previamente descrito analizó sólo el maxilar superior sin diferenciación, en relación a ello Machco (2023) analizó la densidad ósea de las zonas edéntulas inferiores posteriores la cual tuvo como densidad promedio 644 HU esto demuestra que si bien las densidades tienen ciertas similitudes las metodologías empleadas en ambos estudios dista del aplicado en nuestra investigación.

Se analizó en nuestro estudio las zonas edéntulas de los maxilares en el sector anterior y posterior, observando que el sector anterior mandibular presenta la mayor densidad promedio con 879.6 HU asimismo en la zona maxilar anterior se obtuvo 616.8 HU como media en esta zona caso contrario a lo encontrado en la

zona posterior maxilar donde se encuentra la menor densidad promedio de todas las zonas con 401.6 HU; Sosa en el año 2020 al estudiar las densidades óseas en los maxilares obtuvo valores altos en los sectores anteriores de maxila y mandíbula con 1013 HU y 1056 HU respectivamente, a su vez Singh en la india evaluó la calidad ósea de sitios de implantes dental en el sector anterior y posterior a través del CBCT obteniendo valores altos también en la zonas maxilar y mandibular anterior de 786 HU y 1174 HU si bien estos datos indican que en las mismas zonas los valores son altos estos se diferencian a nuestro trabajo ya que Sosa aplico como metodología zonas anteriores y posteriores sin diferenciar si eran edéntulas o dentadas.

En relación con lo anteriormente descrito, nuestro estudio se evidencia que la zona maxilar posterior es la que presenta menor promedio de densidad ósea con 401.6 HU el cual es la zona con menos densidad ósea esto evidencia las semejanzas a las características de la clasificación utilizada por Leckholm y Zarb los cuales indican que esta zona del maxilar presenta zonas de mayor porosidad por lo cual cobra sentido porque en nuestro estudio la densidad presenta estos valores.

Por otra parte, en términos de la densidad ósea y el género Nakib y cols., indicaron que de los pacientes estudiados los hombres presentaban una mayor densidad ósea promedio de 680 HU a comparación de las mujeres que solo obtuvieron 580 HU en relación a nuestro caso encontramos diferencias ya que en nuestro resultados los varones presentaron un menor valor promedio 540.53 HU frente a los 738.91 HU del sexo femenino, esto se puede deber a que en la metodología aplicada del anterior autor se estudiaron poblaciones en igual cantidad de población muy distinto al nuestro donde se aplicó una mayor

cantidad de varones. Además, el estudio realizado por Sixto García en el 2020 el cual analizo zonas edéntulas en diferentes regiones siendo de gran importancia que obtuvo como valores de densidad ósea que el sexo masculino represento una mayor densidad promedio lo cual va muy acorde a los trabajos previamente relatados.

VII. CONCLUSIONES

En el presente estudio se llegaron a las siguientes conclusiones; siendo nuestra población de 150 personas estudiadas, de los cuales 81 eran varones y 69 eran mujeres. Se observó que el grupo con mayor representación se encontraba en el rango de edad de 40 a 50 años. Al analizar la edad promedio, se encontró que esta era mayor en mujeres, alcanzando los 54.4 años, en comparación con los varones, cuyo promedio era de 45 años.

Se realizo la evaluación tomográfica de la densidad ósea en rebordes edéntulos en los huesos maxilares (maxila y mandíbula) y se obtuvo diferencias no tan significativas de rango de densidades. En el maxilar, predomino el rango de mediana densidad 351-850 UH con un 48.6% y en la mandíbula predomino el mismo rango, pero con 50.7% de la muestra.

A diferencia que por regiones anterior y posterior de los huesos maxilares si se obtuvo diferencias significativas. En la región anterior del maxilar, predomino el rango de mediana densidad 351-850 UH con un 13.3% a diferencia en la mandíbula predomino el rango de mayor densidad 851-1250 UH con un 37.3%

Con respecto a la región posterior del maxilar predomino el rango de menor densidad 151-350 UH con un 36 % a diferencia en la región posterior de la mandíbula predomino el rango de mediana densidad 351-85 UH con 41.7 %.

Cuando se compararon los resultados entre géneros, los hombres mostraron una mayor densidad ósea, alcanzando un promedio de 663 HU, en contraste con las mujeres, que obtuvieron un promedio de 655 HU. Dentro de la zona anterior del maxilar, tanto las mujeres como los varones estuvieron más representados en el rango de mediana densidad 351 a 850 HU.

Respecto a la zona posterior maxilar, las mujeres tuvieron una mayor representación en el rango de 151 a 350 HU, mientras que en la zona mandibular, también se ubicaron en el rango de 351 a 850 HU. De manera similar, en los hombres, se observó que en la zona anterior del maxilar predominó el rango de 351 a 850 HU, y en la zona anterior mandibular, también se ubicaron en el rango de 851 a 1250 HU. En cuanto a la zona posterior maxilar, los varones se encontraban en mayor porcentaje en el rango de 151 a 350 HU, y en la zona mandibular, dentro del rango de 351 a 850 HU.

Al analizar la relación entre el rango de edad y la densidad ósea, se determinó que los pacientes de 40 a 50 años se ubicaron en mayor porcentaje en el rango de 351 a 850 HU tanto en la zona anterior y posterior del maxilar. En la región anterior de la mandíbula los pacientes de 40 a 50 años predomino la baja densidad de 151 a 350 HU , en contraste en la región posterior de la mandíbula predomino el rango de alta densidad 851-1250 UH.

Por otro lado, en el rango de edad de 51 a 60 años, se observó que los pacientes estuvieron en mayor porcentaje dentro del rango de 351 a 850 HU en la zona anterior del maxilar y también en la zona anterior mandibular. En la zona posterior maxilar, los pacientes de este rango de edad igualmente presentaron un mayor porcentaje en el rango de 351 a 850 HU, al igual que en la zona mandibular.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda un estudio que abarque una población mayor y que sea más representativa a nivel de porcentaje.
- Se recomienda hacer el estudio en otras áreas óseas distintas a las del presente estudio para poder tener un mejor mapeo de todas las zonas.
- Se recomienda abarcar un rango de edad más amplio para poder analizar las densidades óseas en mayor especificidad según el rango etario.
- Se recomienda comparar dos poblaciones distintas de diferentes estratos sociales.
- Se recomienda el uso de otro software para poder realizar el análisis de las densidades.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/741092-minsa-la-caries-dental-es-la-enfermedad-mas-comun-entre-la-poblacion-infantil
2. Gutiérrez-Vargas V. L, León-Manco R. A,, Castillo-Andamayo D. E. Edentulismo y necesidad de tratamiento protésico en adultos de ámbito urbano marginal. Revista Estomatológica Herediana [Internet]. 2015;25(3):179-186.
3. Gahona Gutiérrez O, Granic Marinov X, Antúnez Chelmes MC, Argandoña Pozo J, de la Fuente Ávila M, Domancic Alucema S, et al. Evaluación y Comparación de la Estabilidad de Implantes Dentales en el Maxilar y la Mandíbula en Tres Tiempos Distintos, Mediante Análisis de Frecuencia de Resonancia. Int J Odontostomatol [Internet]. 2016 [citado el 2 de enero de 2024];10(3):475–81
4. Moya-Villaescusa MJ, Sánchez-Pérez AJ. Valor pronóstico de la densidad ósea y de la movilidad en el éxito implantologico. Rev Esp Cir Oral Maxilofac [Internet]. 2017;39(3):125–31.
5. Mayordomo RB. Análisis volumétrico mediante cbct de la región anterior del maxilar como zona donante de múltiples injertos óseos. Universitat Internacional de Catalunya; 2016.
6. Júnior Amilcar Chagas Freitas, Antenucci Rosse Mary Falcón, Almeida Erika Oliveira de, Rocha Eduardo Passos, Silva Eulália Maria Martins da. El sistema masticatorio y las alteraciones funcionales consecuentes a la pérdida dentaria. Acta odontol. venez [Internet]. 2008;46(3): 375-80.
7. Lopes G da RS, Matos JDM de, Barbosa GPS, Rodrigues AG, Nishioka RS, Andrade VC, et al. Etiología de las Pérdidas Dentales en Pacientes

Rehabilitados con Prótesis sobre Implantes. Int J Odontostomatol [Internet]. 2018 [citado el 2 de enero de 2024];12(3):280–6.

8. Fernandez-Barrera M. Á, Medina-Solís C. E, Márquez-Corona M. D, Vera-Guzmán S, Ascencio-Villagrán A, Minaya-Sánchez M,, Casanova-Rosado A. J. Edentulismo en adultos de Pachuca, México: aspectos sociodemográficos y socioeconómicos. Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral [Internet]. 2016;9(1):59-65.
9. Lekholm, U, Zarb GA. Patient selection and preparation. In: Brånemark P-I, Zarb GA AT (eds)., ed. TissueIntegrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry. Quintessence; 1985:199–209.
10. Branemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T, Rosen HM. Tissue-integrated prostheses. Osseointegration in clinical dentistry. Plast Reconstr Surg [Internet]. 1986;77(3):496–7.
11. Merchán Morales S, Ortega Aranegui R, Barona Dorado C, Rubio Alonso L, Martínez González JM. Evaluación de la densidad ósea: técnicas densitométricas. Cient dent (Ed impr) [Internet]. 2015 [citado el 2 de enero de 2024];179–86.
12. Carrasco Meza A, Quintanilla Sfeir M, Hidalgo Rivas A. Guías sobre el uso de tomografía computarizada de haz cónico en la evaluación pre-quirúrgica en implantología. Av Odontoestomatol. 2018;34(4):183–92.
13. González-García R, Monje F. The reliability of cone-beam computed tomography to assess bone density at dental implant recipient sites: a histomorphometric analysis by micro-CT. Clin Oral Implants Res [Internet]. 2013 [citado el 5 de julio de 2023];24(8):871–9. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22250839/

14. Salimov F, Tatli U, Kürkçü M, Akoğlan M, Öztunç H, Kurtoğlu C. Evaluation of relationship between preoperative bone density values derived from cone beam computed tomography and implant stability parameters: A clinical study. Clin Oral Implants Res. 2014;25(9):1016–21.
15. Razi T, Emamverdizadeh P, Nilavar N, Razi S. Comparison of the Hounsfield unit in CT scan with the gray level in cone-beam CT. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects [Internet]. verano de 2019 [citado el 5 de julio de 2023];13(3):177–82. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31857863/.
16. Liu J, Chen H-Y, DoDo H, Yousef H, Firestone AR, Chaudhry J, et al. Efficacy of cone-beam computed tomography in evaluating bone quality for optimum implant treatment planning. Implant Dent [Internet]. 2017 [citado el 2 de enero de 2024];26(3):405–11. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28125517/
17. Torrejón, J. Evaluación tomográfica de la densidad ósea y espesor de la cortical de rebordes edéntulos de la región postero-inferior, según género. Tesis (Cirujano Dentista). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, EAP. de Odontología. 2017.
18. Swayne, J. Características de los rebordes edéntulos maxilares en pacientes adultos a través de la tomografía computarizada Cone Beam en el Servicio de Imagenología de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos durante el 2018. Tesis (Cirujano Dentista). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, EAP. de Odontología. 2018.

19. Mohammed I. Análisis de Calidad del hueso Maxilar Superior según la Escala de Hounsfield, UCSG semestre A-2018. [Tesis pregrado] Universidad Católico de Santiago de Guayaquil; 2018.

20. Razi T, Emamverdizadeh P, Nilavar N, Razi S. Comparison of the Hounsfield unit in CT scan with the gray level in cone-beam CT. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects [Internet]. verano de 2019 [citado el 5 de julio de 2023];13(3):177–82. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31857863/

21. Sosa S. Evaluación de la densidad ósea maxilar y mandibular con unidades Hounsfield en tomografías Cone Beam del Centro Radiológico Explora Cusco 2018-2019. Universidad Andina del Cusco; 2021.

22. García S. Estudio histomorfométrico del hueso cortical en rebordes edéntulos y su relación con la tomografía computarizada Cone Beam [Tesis de Doctorado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Unidad de Posgrado; 2020.

23. Park C-S, Kang S-R, Kim J-E, Huh K-H, Lee S-S, Heo M-S, et al. Validation of bone mineral density measurement using quantitative CBCT image based on deep learning. Sci Rep [Internet]. 2023 [citado el 2 de enero de 2024];13(1). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37488135/

24. Singh N, Sonkesriya S, Bagewadi SB, Anwar S, Abraham S, Parihar AS, et al. Clinical assessment of bone quality at implant site using CBCT and Hounsfield unit. J Pharm Bioallied Sci [Internet]. 2023 [citado el 2 de enero de 2024];15(Suppl 2): S1305–7. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37693972/

25. Rai, S., Misra, D., Misra, A., Tomar, H., Dhawan, A., & Gupta, R. (2023). Reliability of Grayscale Value for Bone Density Determination in Oral Rehabilitation using Dental Implants. *International journal of applied & basic medical research*, *13*(3), 143–148. https://doi.org/10.4103/ijabmr.ijabmr_3_23
26. Musaina, T. K. Zubaida; Shetty, Prathima; Shenoy, Prashanth; Chathra, Lakshmikanth; Veena, K. M.; Prabhu, Rachana. Assessment of Variations in Mandibular Cortical Bone Thickness with Its Density and Their Correlation with Age and Gender – A Cone Beam Computed Tomography Study. Journal of Indian Academy of Oral Medicine & Radiology 36(2):p 159-163, Apr–Jun 2024. | DOI: 10.4103/jiaomr.jiaomr_114_2
27. Mansuy, C., Saliba-Serre, B., Ruquet, M., Raskin, A., Hüe, O., Silvestri, F., & Mense, C. (2024). Assessment of bone density in edentulous maxillae using cone beam computed tomography (CBCT). *Journal of stomatology, oral and maxillofacial surgery*, *125*(12 Suppl 2), 101825. https://doi.org/10.1016/j.jormas.2024.101825
28. Mansuy, C., Silvestri, F., Mozziconacci, L., Esclassan, R., Hüe, O., Ruquet, M., & Mense, C. (2025). Quantitative evaluation of trabecular bone density and bone height in different regions of edentulous maxillae according to age and sex. *Journal of stomatology, oral and maxillofacial surgery*, *126*(6), 102306. https://doi.org/10.1016/j.jormas.2025.102306
29. Khan, T. A., Syeda, M. S., Koppolu, P., Afroz, M. M., & Swapna, L. A. (2025). Bone mineral density as a criterion for primary implant stability: A retrospective CBCT analysis. *National journal of maxillofacial surgery*, *16*(1), 126–133. https://doi.org/10.4103/njms.njms_1_23

30. Kumaravel H, Vardhan B.G H, Poongodi V, Gopal.K S. An Analogy between Gray Values of Cone Beam Computed Tomography and Hounsfield Units of CT: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Iran Med Counc. 2025;8(3):469-76.

31. Gong, T., Wang, L. Q., Tong, X., Zhang, Y., & Shu, L. J. (2025). Impact of Age-Related Bone Density Variations on Dental Implant Stability and Success Rates: A Retrospective Analysis. *International dental journal*, *75*(6), 103942. https://doi.org/10.1016/j.identj.2025.103942

32. Carlson Bruce. Embriología Humana y Biología del desarrollo. 5ª ed. Madrid. Elsevier Saunders, 2014.

33. Langman S. Embriología médica con orientación clínica. Decima ed. Argentina: Editorial Médica Panamericana. 2008.p.161.

34. Revuelta R. La cavidad bucal del nacimiento a la infancia: desarrollo, patologías y cuidados. Perinatol Reprod Hum. 2009;23(2):82–9.

35. Junqueira LCU, Carneiro J. Histología básica: texto y atlas. Décimo tercera ed. Editorial Panamericana. 2022.

36. Wojciech P. Ross Histología Texto Y Atlas: Correlación Con La Biología Molecular Y Celular. Séptima ed. Editorial Wolters Kluwer. 2015

37. Gartner LP. Histología. Atlas en color y texto. 7a ed. la Ciudad Condal, España: Lippincott Williams & Wilkins; 2018.

38. (39) Rouviére H, Delmas A. Anatomía Humana: Descriptiva, topográfica y funcional. Onceava ed. Editorial Elsevier Masson. 2005

39. Tantas S. Edentulismo parcial o total, y la calidad de vida en pacientes adultos mayores del Departamento de Geriatría del Hospital Nacional Arzobispo Loayza, año 2016. [Tesis de pregrado]. Lima, Perú:

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, EAP. de Odontología. 2017.

40. Oliveira M. L. (2025). Digital Dental Radiology and Diagnostics-From 2D to 3D. *Australian dental journal*, *70 Suppl 1*(Suppl 1), S50–S66. https://doi.org/10.1111/adj.70024
41. Al-Faraje L. Clinical Anatomy for Oral Implantology. 2a ed. Quintessence Publishing; 2021.
42. Tamimi D. Specialty Imaging: Dental Implants. Salt Lake City, UT, Estados Unidos de América: Amirsys; 2014.
43. Heilmeier U, Link T. Bone quality—beyond bone mineral density. Semin Musculoskelet Radiol [Internet]. 2016 [citado el 23 de enero de 2024];20(03):269–78. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27741542/
44. Pauwels R, Jacobs R, Singer SR, Mupparapu M. CBCT-based bone quality assessment: are Hounsfield units applicable? Dentomaxillofac Radiol [Internet]. 2015;44(1):20140238.
45. Merheb J, Coucke W, Jacobs R, Naert I, Quirynen M. Influence of bony defects on implant stability. Clin Oral Implants Res [Internet]. 2010;21(9):919–23. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.01932.x
46. Ribeiro-Rotta RF, Lindh C, Pereira AC, Rohlin M. Ambiguity in bone tissue characteristics as presented in studies on dental implant planning and placement: a systematic review: Ambiquity in bone tissue characteristics on dental implant field. Clin Oral Implants Res [Internet]. 2011;22(8):789–801.

47. Sevimay M, Turhan F, Kiliçarslan MA, Eskitascioglu G. Three-dimensional finite element analysis of the effect of different bone quality on stress distribution in an implant-supported crown. J Prosthet Dent [Internet]. 2005;93(3):227–34.
48. Norton MR, Gamble C. Bone classification: an objective scale of bone density using the computerized tomography scan. Clin Oral Implants Res [Internet]. 2001;12(1):79–84. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0501.2001.012001079.x
49. Misch CE. Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach, healing, and progressive boen loading. Int J Oral Implantol [Internet]. 1990 [citado el 23 de enero de 2024];6(2).
50. Misch CE. Implantologia Contemporánea. Tercera ed. Editorial Elsevier; 2009.
51. Merchán Morales S, Ortega Aranegui R, Barona Dorado C, Rubio Alonso L, Martínez González JM. Evaluación de la densidad ósea: técnicas densitométricas. Cient dent (Ed impr) [Internet]. 2015 [citado el 24 de enero de 2024];179–86.
52. Gedik R, Marakoglu I, Demirer S. Assessment of alveolar bone levels from bitewing, periapical and panoramic radiographs in periodontitis patients. West Indian Med J [Internet]. 2008 [citado el 24 de enero de 2024];57(4).
53. Lorente Ramos RM, Azpeitia Armán J, Arévalo Galeano N, Muñoz Hernández A, García Gómez JM, Gredilla Molinero J. Absorciometría con rayos X de doble energía. Fundamentos, metodología y aplicaciones clínicas. Radiologia [Internet]. 2012;54(5):410–23.

54. Choël L, Duboeuf F, Bourgeois D, Briguet A, Lissac M. Trabecular alveolar bone in the human mandible: a dual-energy x-ray absorptiometry study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003; 95:364-70
55. Lindh C, Obrant K, Petersson A. Maxillary bone mineral density and its relationship to the bone mineral density of the lumbar spine and hip. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007; 104 (1): 117-21.
56. Lopez-Quiles J, Ortega R, Madrigal C, Meniz C. Valoracion densitométrica de los maxilares en pacientes desdentados mediante absorciometría dual de doble energía de rayos x (dexa). Cient dent (Ed impr) [Internet]. 2010 [citado el 24 de enero de 2024];53–60.
57. Pérez Cañete M. Densidad mineral ósea medida mediante absorciometría dual de rayos-X y estabilidad de los implantes [Tesis de Maestría]. Granada: Universidad de Granada, Facultad de Odontología, Unidad de Posgrado, 2011.
58. Munhoz L, Santos MAL, Ca VJ, Mendonça RP, Watanabe PCA, Arita ES. Assessment of the correlation between mandibular radio morphometric patterns and dual-energy X-ray absorptiometry measurements for screening bone mineral density. Gen Dent. 2023;71(5).
59. Mallya S, Lam E. White Pharoah Radiologia Oral Principios e Interpretacion. Octava ed. Grupo Gen. 2020. p.632
60. Lenguas, A. L., Ortega, R., Samara, G. y López, M. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. Científica Dental,2010 7(2), 147–59.
61. Silva B. Hallazgos de anomalías dentarias en tomografías Cone Beam de pacientes atendidos en el 2017 a 2018 en la clínica Luis vallejo santoni de la universidad andina del Cuzco. vis. Odontol.Rev. cien.2019,6(1):11

62. Diaz L. "Tomografía Cone Beam". [internet].2016 [citado el 15 de febrero del 2022]. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=sU-rYLfn-7E&t=1082s

63. Villaverde ML, Linares SG. Evaluación de arteria alveolar superior posterior y relación con el seno maxilar mediante tomografía axial computarizada. Rev Odont Mex. 2021;25(1):59-64. https://www.medigraphic.com/cgibin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=104199.

64. Ballarta-Bernaola | Alejandro-Estrada | Mallma-Medina | García-Linares Consideraciones anatómicas de la arteria alveolar posterior superior en pacientes dentados y desdentados utilizando tomografía computarizada cone beam Revista de la facultad de odontologia 15(2) 6 13 2022 https://revistas.unne.edu.ar/index.php/rfo/article/view/6274.

65. Mense, C., Saliba-Serre, B., Fernández, AM, Hüe, O., Ruquet, M. y Lalys, L. (2021). Análisis de tomografía computarizada de haz cónico de la sínfisis mandibular edéntula. Revista de ciencias dentales, 16(1), 115–122. https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.06.025

66. Lehmann L.A., Alvarez R.E., Macovski A., Brody W.R., Pelc N.J., Riederer S.J., Hall A.L. (1981) Generalized image combinations in dual kvp digital radiography. Medical Physics, 659-67.

67. Bushberg J.T. The essential physics of medical imaging. Second Edition ed: Lippincot Williams & Wilkins, 2002.

68. Ramírez Giraldo JC, Arboleda Clavijo C, McCollough CH. Tomografía Computarizada Por Rayos X: Fundamentos Y Actualidad. Rev ing bioméd. 2008; 54–66.

69. Dellán A, Villarroel Dorrego M, Hernández-Andara A. Aplicación de las unidades hounsfield en tomografía computarizada como herramienta

diagnóstica de las lesiones intra-óseas del complejo maxilo-mandibular: estudio clínico de diagnóstico. Rev odontol Univ Cid São Paulo (Online) [Internet]. 2015 [citado el 6 de julio de 2023]; Disponible en: https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-778693

70. Naitoh M, Hirukawa A, Katsumata A, Ariji E. Evaluation of voxel values in mandibular cancellous bone: Relationship between cone-beam computed tomography and multislice helical computed tomography. Clin Oral Implants Res. 2009;20(5):503–6.
71. Nomura Y, Watanabe H, Shirotsu K, Honda E, Sumi Y, Kurabayshi T. Stability of voxel values from cone-beam computed tomography for dental use in evaluating bone mineral content. Clin Oral Implants Res. 2013;24(5):543–8.
72. Mah P, Reeves TE, McDavid WD. Deriving Hounsfield units using grey levels in cone beam computed tomography. Dentomaxillofac Radiol [Internet]. 2010;39(6):323–35.
73. Razi T, Emamverdizadeh P, Nilavar N, Razi S. Comparison of the Hounsfield Unit in CT scan with the Gray Level in cone-beam CT. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects [Internet]. 2019 [citado el 26 de enero de 2024];13(3):177–82.
74. Conde-López S, Fiori-Chicano GA, Llaguno-Rubio J, Arriola-Guillen LE. Uso de la tomografía computarizada de haz cónico para el estudio de la densidad ósea en el tratamiento ortodóncico. Una revisión de la literatura. Av Odontoestomatol [Internet]. 2021 dic; 37(4): 152-9. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852021000400002&lng=es. Epub 05-Dic-2022. https://dx.doi.org/10.4321/s0213-12852021000400002.

75. Di Stefano DA, Arosio P, Pagnutti S, Vinci R, Gherlone EF. Distribution of Trabecular Bone Density in the Maxilla and Mandible. *Implant Dent*. 2019; 28(4):340-48.
76. Farre-Pages N, Auge-Castro ML, Alaejos-Algarra F, Mareque-Bueno J, Ferres-Padro E, Hernandez-Alfaro F. Relation between bone density and primary implant stability. Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal. 2011; e62–7.

X. ANEXOS

Anexo N° 1

Ficha de recolección de datos

Título del proyecto: “Densidad ósea de los huesos maxilares en rebordes edéntulos de pacientes adultos entre 40 a 60 años utilizando tomografías computarizadas Cone Beam, Lima 2022”

Bach: Antuanett Alisson Almerco Eulogio

#TOMOGRAFÍA	SEXO	EDAD	DENSIDAD ÓSEA DE ZONA EDÉNTULA ANTERIOR	DENSIDAD ÓSEA DE ZONA EDÉNTULA POSTERIOR

Anexo N° 2 Matriz de Consistencia

Título: "Densidad ósea de los huesos maxilares en rebordes edéntulos de pacientes adultos entre 40 a 60 años utilizando tomografías computarizadas Cone Beam, Lima 2022"

Autor: Bach. Antuanett Alisson Almerco Eulogio

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES/ DIMENSIONES	METODOLOGÍA
General	**General**	**DENSIDAD ÓSEA**	
¿Cuál es la diferencia de densidades óseas de los huesos maxilares en rebordes edéntulos de pacientes adultos entre 40 a 60 años utilizando tomografías computarizadas Cone Beam?	Determinar la densidad ósea en rebordes edéntulos de los huesos maxilares en pacientes adultos entre 40 a 60 años utilizando tomografías computarizadas Cone Beam.	**D1:** Densidad ósea del maxilar **D2:** Densidad ósea de la mandíbula	**Enfoque:** Cuantitativo **Tipo de estudio:** Observacional **Nivel:** Descriptivo **Diseño:** no experimental, transversal. **Ámbito:** Provincia de Lima **Unidad de observación:** Tomografías Computarizadas Cone Beam
Específicos	**Específicos**		

¿Cuál será la densidad ósea de rebordes edéntulos en región anterior y molar del maxilar en tomografía computarizada Cone Beam según el género?	Determinar la densidad ósea de rebordes edéntulos en región anterior y molar del maxilar en tomografía computarizada Cone Beam según el género.		**Fuente de datos:** **Recolección de datos:** **Análisis de datos:**
¿Cuál será la densidad ósea de rebordes edéntulos en región anterior y molar de la mandíbula en tomografía computarizada Cone Beam según el género?	Determinar la densidad ósea de rebordes edéntulos en región anterior y molar de la mandíbula en tomografía computarizada Cone Beam según el género.		
¿Cuál será la diferencia entre la densidad ósea de rebordes edéntulos en región anterior y molar del maxilar y la mandíbula en tomografía Cone Beam?	Comparar la densidad ósea de rebordes edéntulos en región anterior y molar del maxilar y la mandíbula en tomografía Cone Beam.	----------	

Anexo N° 3

USO DE INSTALALACIONES PARA EJECUCION DE TESIS

Solicitud: Uso de Instalaciones para Ejecución de Tesis

Dr. Gustavo Vidal Salazar Espíritu
Gerente General Clínica Dental Continental Orthodontics

Yo, Antuanett Alisson Almerco Eulogio identificado (a) con DNI 73120610, egresada de la Facultad de Odontología de la UNMSM respetuosamente me presento y expongo lo siguiente:

Que habiendo sido aprobado mi Proyecto de tesis, solicito a usted la autorización del uso de instalaciones de la clínica dental Continental Orthodontics para ejecutar el proyecto de tesis Titulado: **"Densidad ósea de los huesos maxilares en rebordes edéntulos de pacientes adultos entre 40 a 60 años utilizando tomografías computarizadas *Cone Beam,* Lima 2022."**, lo cual acompaño con el informe favorable de mi asesor y jurado revisor.
Por lo tanto, es justicia que espero alcanzar.

Lima 05 de octubre de 2024

Atentamente,



…….
Firma del Estudiante

RESPUESTA DE USO DE INSTALALACIONES PARA EJECUCION DE TESIS

CONTINENTAL ORTHODONTICS
CHILDREN & ADULTS

"CLINICA DENTAL CONTINENTAL ORTHODONTICS"

Presente. -

Srta. Antuanett Alisson Almerco Eulogio identificado (a) con DNI 73120610, egresada de la Facultad de Odontología de la UNMSM:
Que habiendo recibido su solicitud con fecha 05 de octubre del presente año, en el cual señala lo siguiente: "solicito a usted la autorización del uso de instalaciones y acceso a las tomografías Cone Beam de los pacientes de la clínica dental Continental Orthodontics para ejecutar el proyecto de tesis Titulado: **"Densidad ósea de los huesos maxilares en rebordes edéntulos de pacientes adultos entre 40 a 60 años utilizando tomografías computarizadas *Cone Beam,* Lima 2022"**; se autoriza a la ejecución de su plan de tesis en concordancia a lo señalado.

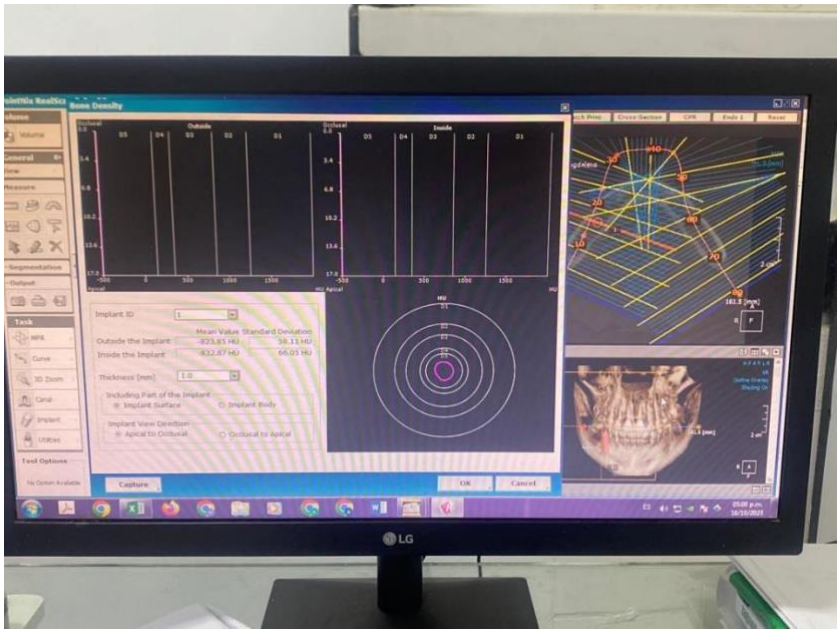
Lima 10 de octubre de 2024

Atentamente

.....
....
Dr. Gustavo Salazar
Espíritu
Gerente General

Anexo N° 4

FOTOS DE EJECUCIÓN DEL ESTUDIO





Anexo N° 5

FICHA DE CALIBRACION

FICHA REALIZADA POR EL ESPECIALISTA:

#TOMOGRAFÍA	SEXO	EDAD	DENSIDAD ÓSEA DE ZONA EDÉNTULA ANTERIOR MAXILAR	DENSIDAD ÓSEA DE ZONA EDÉNTULA POSTERIOR MAXILAR	DENSIDAD ÓSEA DE ZONA EDÉNTULA ANTERIOR MANDIBULAR	DENSIDAD ÓSEA DE ZONA EDÉNTULA POSTERIOR MANDIBULAR
3	M	40	151	315	189	300
4	M	48	340	189	192	310
5	M	41	323	192	188	324
6	M	40	315	188	204	192
7	M	43	189	310	214	194
8	M	41	192	328	228	202
9	M	40	188	165	240	209
10	M	50	311	178	251	216
102	F	50	650	189	975	636
103	F	60	680	192	981	847
104	F	57	636	188	987	820
105	F	57	847	310	905	395
106	F	58	820	328	913	402
107	F	54	395	343	921	410
108	F	57	402	346	929	417

FICHA REALIZADA POR EL BACHILLER

#TOMOGRAFÍA	SEXO	EDAD	DENSIDAD ÓSEA DE ZONA EDÉNTULA ANTERIOR MAXILAR	DENSIDAD ÓSEA DE ZONA EDÉNTULA POSTERIOR MAXILAR	DENSIDAD ÓSEA DE ZONA EDÉNTULA ANTERIOR MANDIBULAR	DENSIDAD ÓSEA DE ZONA EDÉNTULA POSTERIOR MANDIBULAR
3	M	40	151	315	189	300
4	M	48	340	189	192	312
5	M	41	321	192	188	324
8	M	40	192	328	228	202
9	M	43	165	165	209	209
17	M	41	780	257	405	783
20	M	40	821	281	459	845
28	M	50	421	327	603	439
89	F	50	692	237	1024	707
95	F	60	739	279	1072	754
99	F	57	770	289	1104	472
104	F	57	636	188	987	820
107	F	58	395	343	921	410
130	F	54	680	711	1089	847
143	F	57	1059	1212	895	1107

Remedios Elia Mamani Visa
Cirujano Dentista
Especialista en Radiología Bucal y Maxilofacial
COP 15348 RNE 2853

ANALISIS ESTADÍSTICO DE CALIBRACIÓN (INDICE DE KAPPA)

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Densidad Maxilar Anterior Antuanett * Densidad Maxilar Anterior Doctora	15	100,0%	0	0,0%	15	100,0%

Medidas simétricas

		Valor	Error estándar asintótico	T aproximada	Significación aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	0,85	0,09	13,555	,000
N de casos válidos		15			

a.

No se presupone la hipótesis nula.

b.

Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

Resultado de acuerdo: 0.85, representa un gran acuerdo (mayor grado de concordancia) .