



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

IMPORTANCIA DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE SENOS  
PARANASALES EN MEDICINA FORENSE: BENEFICIOS Y  
LIMITACIONES FRENTE A OTROS MÉTODOS DIAGNÓSTICOS  
IMPORTANCE OF PARANASAL SINUS COMPUTERIZED TOMOGRAPHY  
IN FORENSIC MEDICINE: BENEFITS AND LIMITATIONS COMPARED TO  
OTHER DIAGNOSTIC METHODS

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA  
COMPUTARIZADA

AUTORA

EDELMIRA FLORITA AGUILAR MEZA

ASESORA

NATALIA ISABEL MOSQUERA VERGARAY

CO-ASESOR

ALEJANDRO KLÜVER VASQUEZ

LIMA – PERÚ

2025



## **ASESORES DE TRABAJO ACADÉMICO**

### **ASESORA**

Dra. NATALIA ISABEL MOSQUERA VERGARAY

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0003-1372-4449

### **CO-ASESOR**

Mg. ALEJANDRO KLÜVER VASQUEZ

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0009-0002-3805-8577

**Fecha de aprobación:** 14 de abril de 2025

**Calificación:** Aprobado.

## **DEDICATORIA**

A mi madre Elena Meza Z., por su amor inmenso, su abnegación y su apoyo incondicional en cada paso de mi vida.

A mi padre, Tolomeo Aguilar C., por todas tus enseñanzas, por ser mi guía espiritual en cada uno de mis pasos y por enseñarme a luchar siempre por mis sueños, sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

También quiero agradecer a mis hermanos por ser mi fuente de motivación, por impulsar mi superación y por sostenerme en los momentos de dificultad.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Peruana Cayetano Heredia por brindarnos asesores didácticos, eficientes, y dedicados, quienes nos enseñan y guían durante todo el proceso de investigación, contribuyendo así al desarrollo de este trabajo académico para la obtención del título profesional. Asimismo, expreso mi más sincera gratitud a mi familia y a todas las personas que, de alguna manera, hicieron posible este logro.

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

Este trabajo fue autofinanciado.

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

La autora declara no tener conflictos de interés.

# RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

Facultad de  
MEDICINA

IMPORTANCIA DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE SENOS  
PARANASALES EN MEDICINA FORENSE: BENEFICIOS Y  
LIMITACIONES FRENTE A OTROS MÉTODOS DIAGNÓSTICOS  
IMPORTANCE OF PARANASAL SINUS COMPUTERIZED TOMOGRAPHY  
IN FORENSIC MEDICINE: BENEFITS AND LIMITATIONS COMPARED TO  
OTHER DIAGNOSTIC METHODS

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA  
COMPUTARIZADA

AUTORA

EDELMIRA FLORITA AGUILAR MEZA

ASESORA

NATALIA ISABEL MOSQUERA VERGARAY

CO-ASESOR

ALEJANDRO KLÜVER VASQUEZ

LIMA - PERÚ

2025



8% Similitud estándar

Filtros

1 Exclusión →

## Fuentes

Mostrar las fuentes solapadas

|   |                         |                              |                       |
|---|-------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 1 | Internet                | repositorio.upch.edu.pe      | 3%                    |
| 7 | bloques de texto        | 100                          | palabra que coinciden |
| 2 | Internet                | www.coursehero.com           | <1%                   |
| 3 | bloques de texto        | 27                           | palabra que coinciden |
| 3 | Trabajos del estudiante | Universidad de Valladolid    | <1%                   |
| 2 | bloques de texto        | 26                           | palabra que coinciden |
| 4 | Internet                | mail.polodelconocimiento.com | <1%                   |
| 2 | bloques de texto        | 24                           | palabra que coinciden |

## TABLA DE CONTENIDOS

|                                    | <b>Pág.</b> |
|------------------------------------|-------------|
| RESUMEN                            |             |
| ABSTRACT                           |             |
| I. INTRODUCCIÓN .....              | 1           |
| II. OBJETIVOS .....                | 3           |
| III. CUERPO.....                   | 4           |
| IV. CONCLUSIONES .....             | 15          |
| V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 17          |
| ANEXOS                             |             |

## RESUMEN

**Introducción:** Las ciencias forenses enfrentan desafíos significativos para la identificación humana, especialmente cuando los restos se encuentran en estado de descomposición o presentan destrucción ósea. En este contexto, la tomografía computada (TC) de senos paranasales se destaca por su capacidad de proporcionar información anatómica de alta calidad en 3D, superando a la autopsia y radiografía.

**Objetivos:** Detallar la utilidad de la TC de senos paranasales en la identificación forense en comparación con otras técnicas diagnósticas, precisando los beneficios y limitaciones.

**Metodología:** se realizó una revisión narrativa de artículos en inglés y español publicados entre 2020 y 2025. Se excluyeron tesis, libros y artículos de acceso restringido. Las fuentes de búsqueda utilizadas fueron PubMed y Google

Scholar. **Descripción de Hallazgos:** De los 56 estudios revisados, se seleccionaron 16 para el análisis. Estos permitieron describir la utilidad, beneficios y limitaciones

de la TC de senos paranasales en la identificación forense en comparación con la autopsia y la radiografía. **Conclusiones:** La TC de senos paranasales es una

herramienta valiosa para la identificación forense, considerando como una alternativa de la autopsia. Se destaca por su precisión, capacidad de generar

imágenes en 3D, facilidad en el manejo y almacenamiento de información y su carácter no invasivo. No obstante, su implementación se ve limitada por el alto

costo de los equipos, a pesar de que en otros países ya se han desarrollado protocolos de autopsia virtual mediante TC. Estos hallazgos subrayan la

importancia de fomentar su uso en la medicina forense.

**Palabras claves:** Identificación forense, tomografía computarizada, senos paranasales, imágenes forenses, imágenes post mortem.

## ABSTRACT

**Introduction:** Forensic sciences face significant challenges in human identification, particularly when remains are decomposed or exhibit bone destruction. In this context, computed tomography (CT) of the paranasal sinuses stands out for its ability to provide highly detailed 3D anatomical information, surpassing autopsy and radiography. **Objectives:** To assess the usefulness of CT of the paranasal sinuses in forensic identification compared to other diagnostic techniques by describing the morphometry of these sinuses and identifying its benefits and limitations. **Methodology:** A narrative review of articles in English and Spanish published between 2020 and 2025 was conducted. Theses, books, and articles with restricted or paid access were excluded. The search sources used were PubMed and Google Scholar. **Description of Findings:** Of the 56 studies reviewed, 16 were selected for analysis. These studies provided insights into the utility, advantages and limitations of CT of the paranasal sinuses in forensic identification compared to autopsy and radiography. **Conclusions:** CT of the paranasal sinuses is a valuable tool for forensic identification, considered an alternative to autopsy. It stands out for its precision, ability to generate 3D images, ease of handling and storing information, and its non-invasive nature. However, its implementation is limited by the high cost of the equipment, despite the fact that virtual autopsy protocols using CT have already been developed in other countries. These findings highlight the importance of promoting its use in forensic medicine.

**Keywords:** Body remains, tomography, paranasal sinuses, postmortem imaging, forensic imaging.

## I. INTRODUCCIÓN

Las ciencias forenses enfrentan constantes desafíos en la identificación de personas desaparecidas o víctimas. Es importante destacar que la “identidad personal” es un derecho universal. Sin embargo, en muchos casos, el proceso de identificación e investigación se ve limitado por la desintegración progresiva de los tejidos blandos, causada por factores naturales o no naturales, como la exposición a la sal, el agua o el fuego.

Ante estas dificultades, se han explorado diversas alternativas, entre ellas las imágenes médicas, como la radiografía, la resonancia magnética (RM) y la tomografía computarizada (TC); siendo esta última cada vez más empleada en medicina forense. Gracias a estos avances tecnológicos, han surgido metodologías innovadoras como la virtopsia o autopsia virtual, considerada como una técnica multidisciplinaria mínimamente invasiva que combina la medicina forense, la patología, la radiología, los gráficos biomédicos y la física (1).

Es importante considerar que los protocolos de investigación forense dependen del marco legal y los recursos tecnológicos con los que cuenta cada país. Un ejemplo destacado es China, donde la Academia de Ciencias Forenses ha impulsado la denominada “autopsia virtual” utilizando la TC para obtener imágenes post mortem de restos humanos y órganos individuales. Además, han desarrollado estudios contrastados especializados, como angiografías y arteriografías (2). Estas iniciativas posicionan a China a la vanguardia internacional en la incorporación de técnicas avanzadas de imágenes en los procedimientos forenses.

La TC también permite la identificación forense mediante la comparación de imágenes pre mortem y post mortem de los senos paranasales, ya que estos huesos

suelen resistir los cambios post mortem que ocurren desde el fallecimiento hasta su hallazgo en un yacimiento (3). Por otro lado, los odontólogos forenses emplean otro tipo de tecnologías como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) para analizar la morfología y características de los senos frontales y maxilares con el fin de determinar el género de la víctima (4). A su vez, se recomienda la evaluación por TC en virtud de su capacidad para proporcionar imágenes con mayor detalle anatómico y vistas tridimensionales, superando la limitación de los modelos 2D de las radiografías convencionales (5). No obstante, aunque la evaluación por tomografía es altamente precisa, se deben considerar las variaciones anatómicas distintivas del seno maxilar propias de cada población o grupo étnico-racial (6).

A pesar de la creciente aplicación y eficacia de la TC en la identificación forense, su implementación enfrenta obstáculos como su costo elevado, la falta de apoyo financiero, la ausencia de protocolos adecuados y la limitada cooperación científica a nivel nacional e internacional (7).

La adopción de la autopsia virtual mediante tomografía está revolucionando la medicina forense, no solo por la calidad de información que proporciona a los profesionales, sino también por la facilidad de preservar estos datos en el tiempo (8). Por todo lo expuesto, este trabajo busca evaluar los beneficios y limitaciones de la TC en el ámbito forense y compararla con otras técnicas diagnósticas, resaltando su relevancia para la identificación de víctimas y la conservación de las evidencias.

## **II. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Describir la importancia de la tomografía computarizada de senos paranasales en la identificación forense, comparándola con otras técnicas diagnósticas.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir los hallazgos obtenidos mediante la tomografía computarizada de senos paranasales en investigaciones para la identificación forense.
- Definir los beneficios y limitaciones de la tomografía de senos paranasales en la investigación forense.
- Examinar el impacto de la TC en la práctica forense y su potencial para mejorar los procedimientos de identificación.

### **III. CUERPO**

#### **CAPÍTULO I: ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

##### **1.1 Bases de datos utilizadas**

Para esta revisión narrativa, se realizó una búsqueda de diversas bases de datos de investigación científica. Las fuentes consultadas fueron: Medline, MeSH, Pubmed y Google Académico.

##### **1.2 Términos utilizados**

Para la revisión y exploración de fuentes académicas en idioma inglés, se emplearon los siguientes términos: Human body, body remains, tomography, paranasal sinuses, postmortem imaging, forensic imaging, forensic.

Asimismo, en la búsqueda en idioma español, se utilizaron los siguientes términos: Cuerpo humano, restos mortales, cadáveres, tomografía, senos paranasales, imágenes forenses, medicina legal, imágenes post mortem, imágenes forenses

##### **Anexo 1.**

##### **1.3 Fórmula de búsqueda**

Las fórmulas de búsqueda utilizadas se detallan en los **Anexos 2.**

##### **1.4 Elección de artículos**

Para esta revisión narrativa, se seleccionaron investigaciones publicadas entre 2020 y 2025, relacionados con estudios de los senos paranasales mediante diferentes técnicas de imágenes en personas, cadáveres o restos mortales sometidos a una investigación forense. Se incluyeron estudios que emplearon herramientas como tomografía, radiología convencional y las autopsias manuales.

Las publicaciones analizadas fueron artículos científicos, excluyendo tesis, libros y protocolos. Los idiomas elegidos para este estudio fueron inglés y español;

descartando publicaciones en otros idiomas como croata, portugués, turco, entre otros.

Los estudios seleccionados fueron gestionados a través de Zotero, un gestor de administración de referencias y revisados a partir del título y resumen.

### **CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD**

#### **Criterios de Inclusión:**

- Artículos en inglés y español
- Publicaciones comprendidas entre 2020 y 2025.
- Estudios de seguimiento de casos, reporte de casos e investigaciones.
- Artículos de medicina forense y su aplicación de tomografía computarizada

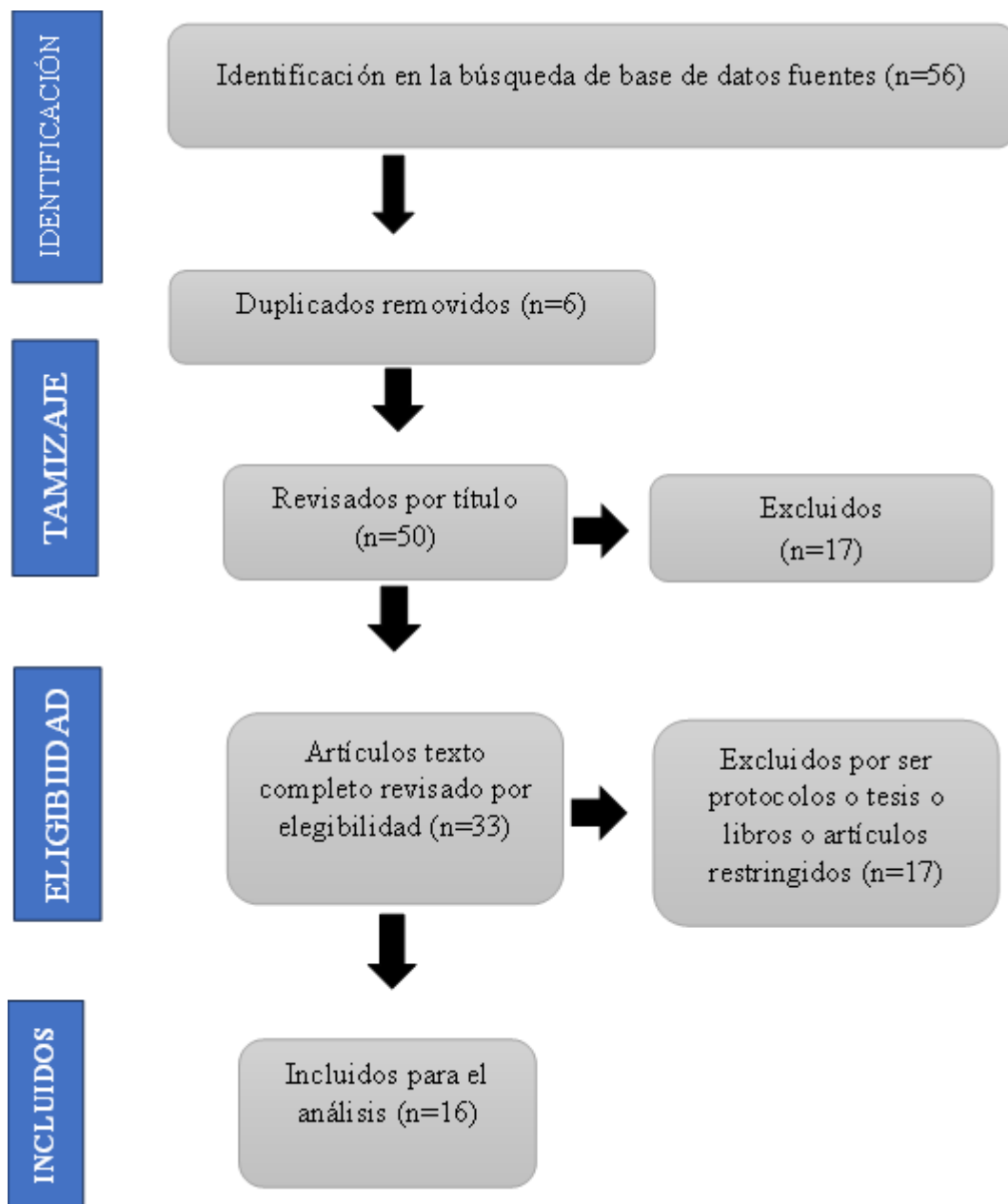
#### **Criterios de Exclusión:**

- Artículos relacionados a tomografía de otras regiones del cuerpo distintas a los senos paranasales
- Tesis, libros, artículos de acceso restringido o de pago.
- Revisiones sistemáticas

### **CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LOS HALLAZGOS**

En la búsqueda se encontraron 56 estudios en inglés y español. De los cuales, 33 fueron elegidos para revisión a texto completo y de estos 16 fueron seleccionados para la extracción de resultados.

#### **Flujograma del proceso de recopilación de información y resultados**



## 2.1 Utilidad de la Tomografía de Senos Paranasales en la Identificación Forense

El campo forense enfrenta múltiples desafíos en la identificación de cadáveres y en la investigación médico - legal. A lo largo de la historia, la autopsia ha evolucionado, incorporando herramientas tecnológicas como las imágenes biomédicas (radiografía, tomografía computarizada, resonancia magnética, etc.)

En este contexto, se realizó una revisión narrativa que arrojó los siguientes hallazgos:

En 2024, Dong Hua Zou et al. Señalaron que la medicina forense se basa principalmente en la autopsia tradicional para investigar la causa de muerte de las víctimas. Sin embargo, esta técnica es invasiva y altamente destructiva a nivel anatómico. En algunos casos, es difícil lograrlo debido al mal estado de preservación de los cadáveres o por las restricciones impuestas por los familiares, ya sea por motivos religiosos, prohibiciones legales o cuestiones culturales (8).

Ante estas limitaciones, Quratulain Javaid et al. (2020) destacaron que la identificación forense se complica principalmente en restos humanos dañados o con destrucciones masivas, como en caso de explosiones. En estos escenarios, la evaluación de los senos frontales de la víctima resulta útil, ya que su morfometría es altamente resistente y única en cada individuo, lo que permite su empleo en el reconocimiento de la víctima (9).

Por su parte, Francés de Barros et al. (2021) realizaron una revisión descriptiva con enfoque cualitativo acerca de los senos paranasales en la identificación humana. Se encontró que las medidas del seno maxilar varían según la edad, la ascendencia, sexo y las condiciones personales, con un promedio las medidas de 35 mm de base y 25 mm de altura. En el caso del seno esfenoidal, su individualidad anatómica permite una evaluación con una precisión del 100%. Por otro lado, el seno frontal se caracteriza por sus medidas particulares (ver anexo N°4), mientras que el seno etmoidal suele ser el más complejo debido a su forma anatómica altamente variable, por lo que aún se encuentra en investigación para determinar su utilidad en identificación forense. Los autores concluyeron que el análisis de imágenes de la

tomografía de los senos frontal, maxilar y esfenoidal reduce el riesgo de errores en la identificación, permitiendo además la estimación del sexo, la edad y la ascendencia; gracias al análisis a la precisión del análisis tridimensional obtenido mediante la TC (10).

Por todo lo expuesto, se resalta la importancia del uso de la TC de senos paranasales en el ámbito forense, legal y jurídico como complemento de la autopsia tradicional. Esta herramienta mejora la precisión en la identificación de víctimas mediante la comparación de estructuras anatómicas preservadas con registros post mortem.

## **2.2 Comparación de la TC de Senos Paranasales con la Autopsia, la Radiología convencional y la Tomografía Computarizada Cone Beam en la Identificación Forense**

➤ **La autopsia:** en 2020, Manisha Saini et al. describieron la autopsia como la evaluación básica y fundamental de un cadáver y el Gold estándar para establecer la causa de fallecimiento, además de proporcionar información relevante en casos de investigación (11). Existen tres tipos de autopsias principalmente:

- **Autopsia clínica o patológica:** Se realiza con el consentimiento de los familiares y está a cargo de un patólogo. Su objetivo es definir la causa de muerte en un contexto clínico.
- **Autopsia médico- legal:** se lleva a cabo para esclarecer muertes no naturales. La realiza un patólogo o un experto médico - legal y tiene por finalidad determinar aspectos como la hora de muerte, identificar enfermedades, detectar sustancias tóxicas y el reconocimiento de medicamentos en el organismo.

- **Autopsia anatómica:** se efectúa con fines académicos para que los estudiantes de medicina puedan adquirir conocimientos de la estructura normal del cuerpo humano.

Es importante resaltar en este punto, la autopsia médico – legal; la cual implica principalmente el desmembramiento del cadáver, un procedimiento que en muchas ocasiones no es aceptado debido a las creencias sociales y culturales, como el judaísmo, o por la negativa del familiar responsable, quien puede rechazarlo por el solo hecho de perturbar el recuerdo del fallecido.

En respuesta a estas limitaciones, la Universidad de Berna desarrolló la “autopsia virtual” o “Virtopsia”, un innovador procedimiento impulsado por el profesor Richard Dirnhofer. Este método integra tecnologías avanzadas como la tomografía computarizada, resonancia magnética, biopsias guiadas y angiografías post mortem, permitiendo una evaluación detallada del cadáver sin necesidad de procedimientos invasivos.

A lo largo de la historia, diversas técnicas de imágenes médicas han sido cada vez más utilizadas en el campo forense. Un ejemplo destacado es el Proyecto Virtopsy, creado por el Instituto de Medicina Forense de la Universidad de Zúrich, Suiza; mostrando el uso de la Autopsia virtual como una herramienta que va en vanguardia con la investigación médico – legal. Este proyecto incorpora imágenes tridimensionales (3D) en lugar de la evaluación visual tradicional del cuerpo, empleando herramientas como RM, escaneo de superficie, TC, angiografías post mortem y biopsia utilizando un robot (12).

- **TC de Senos Parasales VS. Tomografía Computarizada de haz cónico (CBCT)**

Dos Santos, Amanda et al (2022) mencionan que la aplicación de la CBCT en la región de la cabeza dentro del campo forense para la identificación se destaca principalmente por su baja dosis en comparación con la TC. Su funcionamiento se basa en el escaneo en la emisión de radiación en forma cónica, donde el tubo de rayos x gira de 180° a 360° alrededor de la cabeza (13).

Ahora bien, Francés de Barros et al. en el 2021, destacan la investigación de Faria Gomes et al (2019) sobre el uso de la CBCT en el estudio de senos paranasales. En dicho estudio, se determinó que las dimensiones de los senos maxilares son mayores en hombres que en mujeres, siendo la altura la medida más dimórfica con una precisión del 77,7 % (10).

Por otro lado, Heng et al (2022) señalan que los métodos métricos y no métricos son fáciles de aplicar, son no invasivos, pero presentan baja fiabilidad debido a su escasa precisión. No obstante, los autores recomiendan que, con el tiempo, se realicen investigaciones en poblaciones diversas y con grandes tamaños de muestra para evaluar la solidez de estimar el sexo en base a las mediciones del seno maxilar (14).

#### ➤ **TC de Senos Paranasales VS. Radiología Convencional**

La radiología convencional fue una de las primeras técnicas aplicadas en el ámbito forense para detectar lesiones en restos humanos. Con el paso del tiempo se introdujo la TC progresivamente debido a su capacidad para proporcionar datos tridimensionales con mayor detalle, superando las limitaciones de las radiografías. A continuación, se describen algunas investigaciones que comparan ambas técnicas en la identificación forense.

Nur Damia et al. (2024), realizaron un estudio piloto en base a 30 radiografías de cráneo y 30 tomografías de cabeza, recuperadas retrospectivamente en el Centro Médico de Malaya – Malasia, entre los años 2013 y 2022. En esta investigación, se emplearon dos herramientas radiológicas como la tomografía computada (3D) y radiología convencional (2D), enfocadas en el análisis del seno frontal de las víctimas para su identificación forense. Los resultados concluyeron que los modelos 3D obtenidos mediante TC permiten una comprensión integral de la morfología del seno frontal, logrando una tasa del 100%, lo que supera las dificultades de superposición de imágenes en las radiografías (15).

Empero, la autopsia virtual mediante el escaneo de la TC debería ser estandarizada mediante un protocolo uniforme para la identificación forense. En este sentido, Yuan Liu et al. (2024) analizaron retrospectivamente 322 casos de autopsia virtual en la Academia de Ciencias Forenses de China, registrados entre enero del 2008 hasta diciembre del 2018. Para garantizar la fiabilidad de los procedimientos, estos casos se desarrollaron bajo los estándares ISO/IEC17025 e ISO/IEC17020, asegurando el cumplimiento requisitos de competencia técnica de un sistema de gestión de calidad en la investigación forense (2).

Por otro lado, Hoda Sayed et al. (2022) llevaron a cabo un estudio retrospectivo en 30 estudios de TC (15 varones y 15 mujeres) en un intervalo de edad entre 25 y 60 años en la Facultad de Medicina de la Universidad Beni-Suef. En esta investigación, se midieron los senos maxilares en términos de longitud, ancho

y altura para evaluar su utilidad al momento de determinar sexo y edad. Se un escáner marca Toshiba – 16 MSCT con los siguientes parámetros técnicos:

- **Campo de visión:** 2,2 m
- **Voltaje:** 120 kV
- **Corriente:** 50 mA
- **Espesor de corte:** 0,5 mm
- **Tiempo de exposición:** 12 segundos
- **Tiempo de rotación:** 0,7 segundos
- **Intervalo de corte:** 0,5 mm

Los resultados indicaron que, si bien la TC es una técnica brillante y altamente precisa para describir los senos maxilares, solo la medida del ancho del seno maxilar izquierdo presentó diferencias estadísticamente significativas entre varones ( $2,54 \pm 0,57$  cm) y mujeres ( $2,15 \pm 0,35$ ) considerando la distancia horizontal desde la superficie medial hasta el punto medial mientras que las otras medidas no fueron concluyentes. Por lo tanto, no se puede confiar solo en las dimensiones de los senos maxilares para determinar el sexo y la edad, siendo necesario complementar con otros métodos de identificación forense (6). En el gráfico N°01, se detalla los planos de medición de los senos maxilares, los parámetros de medida y los valores diferenciados entre varones y mujeres. (Anexo 3)

Se-Jin Park et al. (2023) presentaron un estudio de la estimación automática y robusta del sexo y la edad cronológica a partir de las radiografías panorámicas en una población viva de Corea Del Sur. En esta investigación, se propuso una red automática de aprendizaje profundo multitarea denominada ForensicNet,

diseñada para estimar el sexo y la edad cronológica a partir de la base de datos de radiografías panorámicas de personas vivas. Este avance busca que esta red pueda aplicarse también en la identificación de individuos fallecidos y en otros contextos forenses (16).

En el 2020, Quratulain et al. Concluyeron que los parámetros de altura, ancho y área de los senos frontales aéreos fueron mayores en los hombres en comparación de las mujeres que vivían en Karachi, estos hallazgos y medidas se muestran en el Anexo 4 (9).

En base a la revisión realizada, se muestra el siguiente cuadro comparativo, ver anexo 5.

### **2.3 Beneficios y Limitaciones de la TC de senos paranasales en la Identificación Forense**

Don Hua et al (2024), destacan que la tomografía proporciona mayor cantidad y calidad de la información de los restos mortales en materia de investigación forense, lo que permite mejorar la cadena de custodia y facilita el almacenamiento y preservación de la información en el tiempo, un aspecto crucial en casos médico - legales. Por el contrario, la aplicación de la TC en este campo presenta limitaciones, entre ellas:

- **Alto costo de los equipos tomográficos**, lo que restringe su disponibilidad en muchas instituciones de medicina legal.
- **Escasez de equipos especializados**, lo que limita su uso en la investigación forense.

- **Necesidad de formación especializada** de los operadores para el manejo de software y hardware de la autopsia virtual, así como en las interpretaciones de los resultados.
- **Falta de protocolos estandarizados** y que cumplan los estándares de calidad en la identificación forense.

A pesar de estas limitaciones, la TC sigue siendo una herramienta innovadora y altamente efectiva para la identificación de restos humanos y el análisis post mortem en el campo de la medicina forense (8). En consecuencia, se presenta el Gráfico N°03; un cuadro comparativo que expone los beneficios y limitaciones de la TC en el ámbito forense. (Ver anexo 6)

#### **IV. CONCLUSIONES**

Con base en la revisión narrativa realizada, diversos estudios han demostrado que la tomografía computarizada es una herramienta valiosa en la identificación forense proporcionada como una alternativa complementaria e incluso sustitutiva de la autopsia tradicional, que es el Gold estándar en la investigación forense, caracterizado por ser sumamente destructivo.

El reconocimiento post mortem representa un desafío en situaciones donde los métodos convencionales resultan ineficaces debido al avanzado estado de descomposición del cuerpo o por restricciones legales, religiosas o culturales. Ante estas limitaciones la implementación de técnicas de imagen como la radiología, tomografía computarizada Cone Beam (CBCT) y la tomografía computarizada multicorte han cobrado relevancia en la práctica forense. En particular, la tomografía computarizada Cone Beam (CBCT) de senos paranasales es un método poco utilizado en la identificación forense, aunque destaca por su capacidad de proporcionar imágenes con una dosis de radiación significativamente menor que la TC convencional, obteniendo una precisión del 77,7 % en la evaluación de los senos maxilares. No obstante, su confiabilidad sigue siendo motivo de estudio, y se recomienda su aplicación en poblaciones más diversas para fortalecer su validez en la estimación de variables antropométricas.

Por otro lado, la radiología convencional (modelo 2D) fue una de las primeras técnicas implementadas en el ámbito forense. Sin embargo, su utilidad se ve limitada por la superposición de estructuras anatómicas; lo que reduce la precisión en la identificación post mortem. En contraste, la TC de senos paranasales permite obtener imágenes con mayor detalle anatómico y en 3D, minimizando los errores

en la identificación post mortem y proporcionando información crucial para la estimación de parámetros como el sexo, la edad y la ascendencia. Además, su facilidad de almacenamiento y distribución de datos fortalece su potencial como herramienta de diagnóstico en la medicina legal.

A pesar de sus beneficios, la implementación de la TC en la medicina forense enfrenta desafíos significativos, especialmente en países como Perú, donde su disponibilidad es limitada debido al alto costo de los equipos y la escasez de profesionales capacitados en la interpretación de imágenes forenses. Asimismo, es imprescindible establecer protocolos estandarizados alineados con normativas internacionales, como los estándares de calidad ISO, para garantizar la confiabilidad de los procedimientos forenses.

A nivel internacional, países como China, Malasia y Suiza han integrado la autopsia virtual y la TC con contraste post mortem en sus protocolos forenses, optimizando la investigación médico – legal. Estos avances resaltan la necesidad de implementar métodos forenses avanzados en otras regiones, incluido Perú. Por otro lado, se recomienda seguir desarrollando futuras líneas de investigación que aborden tanto la utilidad de la tomografía en el campo forense como las posibles limitaciones que puedan surgir.

Por último, se recomienda continuar desarrollando líneas de investigación que aborden no solo la utilidad de la TC en la identificación forense, sino también sus limitaciones técnicas y metodológicas. La incorporación de nuevas tecnologías de imagen, junto con la capacitación de especialistas y la creación de normativas específicas, contribuirá al perfeccionamiento de la medicina forense y facilitará la identificación post mortem con mayor precisión y confiabilidad.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mesejo P, Martos R, Ibáñez Ó, Novo J, Ortega M. A survey on artificial intelligence techniques for biomedical image analysis in skeleton-based forensic human identification. *Appl Sci*. 2020;10(14):4703.
2. Liu YY, Fu EH, Liu YW, Zou DH, Huang J, Qin HJ, et al. Forensic Pathology of Society-Oriented Expert Identification Institutions in China: A Retrospective Study by 11-year Data from Academy of Forensic Science. *J Forensic Sci Med*. 2024;10(4):289-95.
3. Issrani R, Prabhu N, Sghaireen MG, Ganji KK, Alqahtani AMA, ALJamaan TS, et al. Cone-beam computed tomography: a new tool on the horizon for forensic dentistry. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(9):5352.
4. JAYAKRISHNAN JM, REDDY J, KUMAR RV. Morphometric Sex Identification Based on Paranasal Sinus Dimensions in the Indian Population: A CBCT Based Study. *J Clin Diagn Res [Internet]*. 2023 [citado 18 de enero de 2025];17(6). Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=0973709X&AN=164741865&h=RIQqlXBu0TFh3ZjglWnTMqXSLywNmTvX9v3XI9ehMEAhuwcfv%2BhDNJVlnIHVeI344WEqHpJmHY8ECLjmmN39sQ%3D%3D&crl=c>
5. Soares C, Miranda-Viana M, Pontual AA, Ramos-Perez FMM, Perez DEC, Figueiroa JN, et al. Morphological and dimensional assessment of the maxillary sinus for human identification and sexual dimorphism: A study using CBCT. *Forensic Imaging*. 2020;23:200409.

6. Mahmoud HS, Ahmed GS, Zidan A, Eid A. EVALUATION OF MAXILLARY SINUS DIMENSIONS IN SEX AND AGE DETERMINATION AMONG A SAMPLE OF EGYPTIANS USING COMPUTED TOMOGRAPHY. *Egypt J Forensic Sci Appl Toxicol.* 2022;22(3):17-25.
7. Liappis E, Karamani P, Papadeli C. Dental anthropology and forensics: Answers to questions related to our past: Review of the literature. *Balk J Dent Med.* 2024;28(1):27-32.
8. Zou DH, Liu YY, Liu NG, Chen YJ. Virtopsy: Development and Application in Forensic Practice. *J Forensic Sci Med.* 2024;10(4):343-50.
9. Javaid Q, Usmani A. Variability of anatomical features of frontal sinuses among the male ethnic groups residing in Karachi. *Prof Med J.* 2020;27(06):1259-66.
10. de Barros F, da Silva Fernandes CM, Kuhnen B, Scarso Filho J, Gonçalves M, da Costa Serra M. Paranasal sinuses and human identification. *Res Soc Dev.* 2021;10(9):e48710918161-e48710918161.
11. Gallo RÁ, de la Carrera N del D, Foyo R. Relevancia de la virtopsia como método de inspección corporal no invasivo en las Ciencias Forenses. 2023 [citado 22 de enero de 2025]; Disponible en: [https://repositorio.barcelo.edu.ar/greenstone/collect/tesis/index/assoc/HASH0193.dir/BRC\\_Tesis\\_GalloRoberto.pdf](https://repositorio.barcelo.edu.ar/greenstone/collect/tesis/index/assoc/HASH0193.dir/BRC_Tesis_GalloRoberto.pdf)
12. Saini M, Pandey SK. VIRTUAL AUTOPSY-An Overview and Use in the Diagnosis of Drowning. *IOSR J Dent Med Sci IOSR-JDMS.* 2020;19(9):44-53.

13. dos Santos Cesca A, Mioranza DM, Anrain BC. Applicability of cone beam computed tomography in dentistry: literature review. Rev Uningá [Internet]. [citado 22 de enero de 2025]; Disponible en: <https://scholar.archive.org/work/k4ndkqdfcjjgzddhf6s4igsmxqi/access/wayback/http://revista.uninga.br/index.php/uninga/article/download/3763/2491>
14. Heng D, Manica S, Franco A. Forensic Dentistry as an Analysis Tool for Sex Estimation: A Review of Current Techniques. Res Rep Forensic Med Sci. diciembre de 2022;Volume 12:25-39.
15. Zulkiflee NDI, Hadi H, Singh MKC, Alias A, Chung E, Peter AB, et al. Comparison of 2-Dimensional-3-Dimensional Morphological Consistency using Frontal Sinus via Mix and Wipe Superimposition Method: A Pilot Study. [citado 18 de enero de 2025]; Disponible en: [https://medic.upm.edu.my/upload/dokumen/202407040951482024062711171131\\_MJMHS\\_0981\\_edited.pdf](https://medic.upm.edu.my/upload/dokumen/202407040951482024062711171131_MJMHS_0981_edited.pdf)
16. Park SJ, Yang S, Kim JM, Kang JH, Kim JE, Huh KH, et al. Automatic and robust estimation of sex and chronological age from panoramic radiographs using a multi-task deep learning network: a study on a South Korean population. Int J Legal Med. julio de 2024;138(4):1741-57.

## ANEXOS

### ANEXO 1: TÉRMINOS UTILIZADOS

| POBLACIÓN  | CONCEPTO   | CONTEXTO   |
|--|--|--|
| “Restos Mortales” OR “Cuerpo Humano post mortem”   | Importancia de la Tomografía Computarizada de senos paranasales en medicina forense. | Beneficios y limitaciones frente a otros métodos diagnósticos. |
| ¿En restos mortales no identificados (P), cuál es la importancia de la tomografía computarizada de senos paranasales en la medicina forense(C):<br>Beneficios y limitaciones frente a otros métodos diagnósticos(C)? |  |  |

### PALABRAS CLAVE / DESCRIPTORES / OPERADORES BOLEANOS

**P:** “BODY REMAINS” OR “HUMAN BODY POST MORTEM”

**AND**

**C:** “TOMOGRAFÍA” AND “SENOS PARANASALES” OR “TOMOGRAPHY”

AND “PARANASAL SINUSES”

**AND**

**C:** “FORENSIC RADIOLOGY” OR “FORENSIC IMAGING” OR

“POSTMORTEM IMAGING”

## ANEXO 2: FÓRMULA DE BÚSQUEDA UTILIZADAS

| NÚMERO                                   | BÚSQUEDA PubMed   |        |
|--|---|--------|
| #1                                       | “Restos Mortales” OR “Cuerpo Humano” /<br>“Body Remains” OR “Human Body”  | 43 153 |
| #2                                       | (“Tomografía” AND “Senos Paranasales”) /<br>(“Tomography” AND “Paranasal Sinuses”)  | 4286   |
| #3                                       | “Radiología Forense” OR “Imágenes Forenses”<br>OR “Imágenes PostMortem” / “Forensic<br>Radiology” OR “Forensic Imaging” OR<br>“Postmortem Imaging”                    | 763    |
| #4                                       | Estudios con antigüedad de 05 años  |        |
| #1 AND #2<br>AND #3 AND<br>#4<br>INGLES  | (“Body Remains” OR “Human Body”) AND<br>(“Tomography” AND “Paranasal Sinuses”) AND<br>(“Forensic Radiology” OR “Forensic Imaging”<br>OR “Postmortem Imaging”)         | 1      |
| #1 AND #2<br>AND #3 AND<br>#4<br>ESPAÑOL | (“Restos Mortales” OR “Cuerpo Humano”) AND<br>(“Tomografía” AND “Senos Paranasales”) AND<br>(“Radiología Forense” OR “Imágenes Forenses”<br>OR “Imágenes PostMortem”) | 0      |

| NÚMERO                                   | BÚSQUEDA GOOGLE ACADÉMICO   |           |
|--|---|-----------|
| #1                                       | “Restos Mortales” OR “Cuerpo Humano” /<br>“Body Remains” OR “Human Body”  | 17 800    |
| #2                                       | (“Tomografía” AND “Senos Paranasales”) /<br>(“Tomography” AND “Paranasal Sinuses”)  | 1160      |
| #3                                       | “Radiología Forense” OR “Imágenes Forenses” OR<br>“Imágenes PostMortem” / “Forensic Radiology”<br>OR “Forensic Imaging” OR “Postmortem Imaging”                         | 12 400    |
| #4                                       | Estudios con antigüedad de 05 años  |           |
| #1 AND #2<br>AND #3 AND<br>#4<br>INGLES  | ((“Body Remains” OR “Human Body”) AND<br>(“Tomography” AND “Paranasal Sinuses”) AND<br>(“Forensic Radiology” OR “Forensic Imaging” OR<br>“Postmortem Imaging”))         | <b>47</b> |
| #1 AND #2<br>AND #3 AND<br>#4<br>ESPAÑOL | ((“Restos Mortales” OR “Cuerpo Humano”) AND<br>(“Tomografía” AND “Senos Paranasales”) AND<br>(“Radiología Forense” OR “Imágenes Forenses”<br>OR “Imágenes PostMortem”)) | <b>7</b>  |

**ANEXO N°03: CUADRO DE ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN EL  
ARTÍCULO: EVALUATION OF MAXILLARY SINUS DIMENSIONS IN  
SEX AND AGE DETERMINATION AMONG a SAMPLE OF EGYPTIANS  
USING COMPUTED TOMOGRAPHY (6)**

| <b>MEDIDA</b>                 | <b>PLANO DE MEDICIÓN</b> | <b>PARÁMETROS DE MEDIDA</b>  | <b>VALOR MEDIO EN MUJERES (cm)</b>          | <b>VALOR MEDIO EN VARONES (cm)</b> | <b>VALOR MEDIO EN MUJERES (cm)</b>            | <b>VALOR MEDIO EN VARONES (cm)</b> |
|-------------------------------|--------------------------|--|---|------------------------------------|---|------------------------------------|
| <b>ALTURA</b>                 | PLANO SAGITAL            | Desde la pared interna de los bordes frontales del seno maxilar, como la extensión más larga entre los puntos más bajos del fondo del seno hasta el punto superior del techo del seno en la sección sagital. | 2,96 ± 0,42                                 | 3,26 ± 0,58                        | 3,14 ± 0,36                                   | 3,40 ± 0,56                        |
| <b>LONGITUD (profundidad)</b> | PLANO AXIAL              | La distancia más larga desde el punto más anterior de la pared medial hasta el punto más posterior del seno maxilar.   | 3,52 ± 0,34                                 | 3,48 ± 0,58                        | 3,56 ± 0,35                                   | 3,55 ± 0,59                        |
| <b>ANCHO</b>                  | PLANO AXIAL              | Distancia horizontal desde la superficie medial hasta el punto más lateral del seno maxilar en la sección axial.   | 2,24 ± 0,38                                 | 2,51 ± 0,59                        | 2,15 ± 0,35                                   | 2,54 ± 0,57                        |
|                               | <b>VOLÚMEN</b>           |  | 24,05 ± 8,17                                | 30,16 ± 14,83                      | 24,52 ± 7,59                                  | 32,35 ± 15,59                      |
|                               |                          |  | <b>DIMENSIONES DEL SENO MAXILAR DERECHO</b> |                                    | <b>DIMENSIONES DEL SENO MAXILAR IZQUIERDO</b> |                                    |

**ANEXO N°04: CUADRO DE ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN EL ARTÍCULO: VARIABILITY OF ANATOMICAL FEATURES OF FRONTAL SINUSES AMONG THE MALE ETHNIC GROUPS RESIDING IN KARACHI. (3)**

| GÉNERO    | ALTURAS MEDIAS DE LOS SENOS FRONTALES (cm) |             | ANCHOS MEDIOS DE LOS SENOS FRONTALES (cm) |             | ÁREAS MEDIAS DE LOS SENOS FRONTALES (cm <sup>2</sup> ) |             |
|-----------|--|-------------|---|-------------|--|-------------|
|           | DERECHO                                    | IZQUIERDO   | DERECHO                                   | IZQUIERDO   | DERECHO  | IZQUIERDO   |
| MASCULINO | 2,30 ± 0,70                                | 2,63 ± 0,66 | 2,72 ± 0,65                               | 3,53 ± 0,65 | 6,58 ± 2,89  | 9,66 ± 3,60 |
| FEMENINO  | 1,97 ± 0,62                                | 2,30 ± 0,63 | 2,41 ± 0,60                               | 3,21 ± 0,61 | 5,05 ± 2,30  | 7,70 ± 3,01 |

**ANEXO N°05: CUADRO DE CREACIÓN PROPIA EN BASE A LA REVISIÓN NARRATIVA REALIZADA**

| EVALUACIÓN DE LOS SENOS PARANASALES PARA LA IDENTIFICACIÓN FORENSE |  |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
| MÉTODO DIAGNÓSTICO   | AUTOPSIA   | TOMOGRAFÍA   | RADIOLOGÍA CONVENCIONAL   | TC CONE BEAM   |
|  | Gold estándar para la identificación forense                                     | Método alternativo   | Técnica más antigua usada en el ámbito forense  | Método poco usado en el campo forense  |
| <b>CARACTERÍSTICAS</b>   | Método altamente destructivo   | Método no invasivo   | No invasivo   | No invasivo  |
| <b>CARACTERÍSTICAS</b>   | Se basa en el desmembramiento del cadáver  | Permite obtener imágenes con gran detalle anatómico en 3D            | Adquisición de imágenes en proyecciones frontal, lateral u oblicuas (2D)                              | Adquisición de imágenes en línea y en 3D   |
|  | Evaluación limitada cuando las estructuras anatómicas están dañadas o destruidas | Ofrece una visión integral de la morfología de los senos paranasales | Permiten una evaluación anatómica, pero con superposición de las estructuras de los senos paranasales | Presenta menor fiabilidad debido a su escasa precisión para la identificación forense. |

**ANEXO N°06: CUADRO DE CREACIÓN PROPIA EN BASE AL  
ARTÍCULO, VIRTOPSISIA: DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA  
PRÁCTICA FORENSE. (8)**

| <b>BENEFICIOS</b>  | <b>LIMITACIONES</b>   |
|--|---|
| <b>La TC permite la obtención de información de forma objetiva, precisa y a detalle.</b>   | Escasez de equipos de tomografía por su alto costo  |
| <b>Mejora la cadena de custodia por la facilidad de preservar la información obtenida.</b>   | Falta de disponibilidad de equipos como la TC, RM, radiología digital, CBCT, Ultrasonido, etc.  |
| <b>La TC es una herramienta de exploración no invasiva, especialmente útil cuando existen prohibiciones legales, religiosas y culturales.</b>                              | La aplicación de la TC es limitada para evaluar ciertas patologías del cadáver como, la recolección de muestras de sangre, biopsias o muestras anatomopatológicas, lo que impide obtener información a nivel celular. |
| <b>Facilidad de almacenamiento y distribución de imágenes.</b>   | La TC requiere de un sistema de almacenamiento y distribución de imágenes (PACS)  |
| <b>La TC permite el uso aplicaciones especializadas para una investigación dedicada.</b>   | Se necesitan operadores con formación especializada y profesionales capacitados en la interpretación de la información para emitir diagnósticos precisos.   |
| <b>El sistema judicial valora cada vez más la presentación de casos en 3D, lo que facilita la comprensión de la evidencia en procedimientos legales y ante tribunales.</b> | Las imágenes obtenidas mediante autopsia virtual requieren medidas de control para evitar alteraciones o manipulaciones, lo que podría afectar la autenticidad de los datos en procedimientos legales.                |