



Universidad de Valparaíso

Escuela de Kinesiología

Facultad de Medicina

COMPARACIÓN DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS 3D EN LA POBLACIÓN CHILENA ENTRE HOMBRES Y MUJERES

AUTORES: SARA CORTEZ

SERGIO JIMENEZ

ALFONSO ROMERO

PROFESOR GUÍA: Ph.D. IGNACIO CASTELLUCCI

KINESIÓLOGO

Escuela de Kinesiología

Facultad de Medicina

Universidad de Valparaíso

Valparaíso-Chile

2024

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias, por ser nuestro mayor pilar y el motor que impulsó cada paso en este camino. A nuestros padres, quienes con su amor, sacrificio y enseñanzas nos inculcaron los valores del esfuerzo, la perseverancia y la pasión por aprender. Su apoyo incondicional nos brindó la fortaleza para superar los desafíos y alcanzar este logro.

A nuestros amigos, por compartir con nosotros los momentos de alegría y también los de dificultad, y por recordarnos siempre la importancia del equilibrio entre la vida académica y personal.

Queremos expresar nuestro agradecimiento al equipo de trabajo de ergonomía, comenzando por nuestros profesores, quienes con su conocimiento y experiencia guiaron nuestro camino académico. A nuestro tutor, por su paciencia y valiosa orientación durante el desarrollo de esta tesis. Al encargado del laboratorio, quien siempre nos recibió con gran disposición, facilitándonos el espacio de trabajo para realizar nuestro marcaje y, además, compartiéndonos café para hacer más llevadera la jornada.

Extendemos también nuestro reconocimiento a todas las personas que, de manera indirecta, contribuyeron al desarrollo de este proyecto.

Este logro no es solo un final, sino un comienzo para seguir creciendo y aprendiendo.

ÍNDICE

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS.....	2
RESUMEN Y ABSTRACT	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Antropometría tradicional y moderna.....	8
2.2 Desafíos en la exactitud de datos.	8
2.3 Estrategias, normativas y estándares para la reducción de errores en la medición antropométrica 3D.....	9
2.4 Antropometría de la mano y variaciones entre sexos.	10
2.5 Escáneres corporales en Mano.	11
2.5.1 Beneficios de los Escáneres Corporales 3D de Mano.....	11
3. METODOLOGÍA	13
3.1 Objetivo general.	13
3.2 Objetivos específicos.	13
3.3 Tipo de estudio y diseño.	13
3.4 Hipótesis investigativa.	13
3.5 Población y muestra.	13
3.6 Variables.....	14
3.7 Instrumentos y materiales.....	16
3.7.1 Marcaje de manos.	17
3.7.2 Análisis Estadístico.	20
3.8 Procedimiento.....	21
4. RESULTADOS.....	22
4.1 Muestra real.	22
4.2 Datos diferenciados por sexo.....	22
4.3 Diferencias por edad.....	26

5. DISCUSIÓN.....	31
6. CONCLUSIÓN	34
7. BIBLIOGRAFÍA.....	35
8. ANEXOS.....	37
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	44

RESUMEN Y ABSTRACT

La antropometría moderna utiliza tecnologías como escáneres 3D para obtener datos antropométricos de diferentes segmentos corporales. Estos dispositivos prometen mayor precisión y eficiencia, aunque todavía presentan desafíos en términos de exactitud y confiabilidad. No obstante, representan un método con múltiples beneficios en áreas como la ergonomía, la ingeniería de productos y la seguridad laboral. A nivel global, se han realizado numerosos esfuerzos para recopilar datos antropométricos de las manos. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo determinar las diferencias antropométricas entre sexos y grupos etarios en la población chilena. Se escanearon las manos derechas de una muestra de 1.317 trabajadores chilenos utilizando un escáner 3D de la marca 3dMD cranial 4 System, en el que se marcaron virtualmente 58 puntos de referencia antropométricos. El análisis estadístico se llevó a cabo con el software STATA (versión 16). Se realizó un análisis univariado para explorar la naturaleza de las variables y un análisis bivariado para las variables de edad. Los resultados revelaron diferencias significativas entre sexos y grupos etarios. Aunque el estudio presenta ciertas limitaciones, los datos obtenidos son valiosos para futuras investigaciones que busquen ampliar y diversificar la muestra, con el objetivo de construir una base de datos más robusta y representativa de la población chilena.

Modern anthropometry uses technologies such as 3D scanners to obtain anthropometric data from different body segments. These devices promise greater accuracy and efficiency, although they still present challenges in terms of accuracy and reliability. Nevertheless, they represent a method with multiple benefits in areas such as ergonomics, product engineering and occupational safety. Globally, numerous efforts have been made to collect anthropometric hand data. In this context, the present study aims to determine anthropometric differences between sexes and age groups in the Chilean population. The right hands of a sample of 1,317 Chilean workers were scanned using a 3dMD cranial 4 System 3D scanner, in which 58 anthropometric landmarks were virtually marked. Statistical analysis was carried out with STATA software (version 16). Univariate analysis was performed to explore the nature of the variables and bivariate analysis for age variables. The results revealed significant differences between sexes and age groups. Although the study has certain limitations, the data obtained are valuable for future research aimed at expanding and diversifying the sample, with the objective of constructing a more robust and representative database of the Chilean population.

1. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos antiguos, los estudios sobre las dimensiones humanas han buscado optimizar la adaptación del cuerpo humano a las herramientas y máquinas. En la actualidad, las mediciones antropométricas son fundamentales en el diseño ergonómico, abarcando diversos campos como arquitectura, mobiliario, prendas de vestir y tecnología. Para recopilar estos datos, se emplean tanto herramientas manuales como tecnológicas avanzadas (Daanen, H., & Psikuta, A. 2018).

A pesar de los avances, la antropometría moderna plantea interrogantes sobre su equivalencia con los métodos manuales tradicionales. La literatura revisada para esta investigación carece de consenso respecto a la eficacia de la antropometría moderna, ya que, no se han evaluado en profundidad la exactitud, precisión y confiabilidad de las nuevas herramientas tecnológicas. Esta falta de énfasis en la evaluación de estas variables, sumada a la diversidad de instrumentos de medición disponibles, resalta la necesidad de mejorar los procedimientos de recolección de datos (Bragança et al 2017).

La antropometría moderna, con su tecnología avanzada como los escáneres corporales 3D, promete eficiencia y precisión superiores en comparación con los métodos tradicionales. Aunque sus beneficios son innegables, su validez y fiabilidad deben ser rigurosamente validadas para garantizar la exactitud de los datos obtenidos. Desafortunadamente, la literatura aún carece de estudios que aborden exhaustivamente la precisión y confiabilidad de estos datos (Viviani, C., et al 2018).

La combinación de análisis en dos dimensiones (2D) y tres dimensiones (3D) ofrece una comprensión integral de la antropometría de la mano, destacando las ventajas y limitaciones de cada método y su contribución al diseño ergonómico (Yu, A., et al 2013).

A pesar de los avances tecnológicos, persisten desafíos en la obtención precisa de medidas antropométricas como la mano debido a los movimientos involuntarios y la deformación de los tejidos blandos. La propuesta de combinar un modelo de forma estadístico con una red neuronal profunda busca mejorar la precisión y completitud en la identificación de dimensiones dominantes de las formas de las manos en 3D Yang, Y., et al 2021).

En la actualidad, los datos sobre el tamaño y la forma del cuerpo humano siguen siendo limitados por lo tanto se vuelve de gran importancia conocer y actualizar los datos antropométricos que representen las características de una población representativa del país (Castellucci, et al 2018).

Adquiere mayor importancia cuando los datos son utilizados para crear nuevos productos ergonómicos para protección de los trabajadores en entornos laborales e incluso tratamientos médicos, existe una gama de áreas en las cuales la obtención de datos debe ser precisa y eficiente (Yu, et al 2013).

Lo anterior nos invita a conocer la antropometría de la población chilena y responder a interrogantes como saber cuáles son las diferencias entre los datos antropométricos de hombres y mujeres en una muestra de la población chilena.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antropometría tradicional y moderna.

La antropometría es la ciencia que estudia las características del cuerpo humano por métodos cuantitativos y cualitativos, además de analizar las dimensiones del cuerpo basándose en aspectos como la talla, peso, proporciones y formas (S. Pheasant, 2006), por lo tanto, se vuelve relevante saber cómo ha evolucionado esta ciencia a través de los años. Las mediciones de la antropometría tradicional desde sus inicios se realizan con herramientas manuales, siendo uno de los fundamentos de la investigación ergonómica y el diseño de productos desde hace siglos (Yang, Y et al 2021). Pero por el inminente progreso de la tecnología la antropometría ha adquirido nuevas herramientas como son los escáneres corporales propios de la ahora antropometría moderna.

Ambas poseen características que las diferencian, por un lado, la antropometría tradicional emplea herramientas manuales como cintas métricas, calibres y es observador dependiente en cambio la antropometría moderna ocupa sistemas más avanzados como los escáneres corporales 3D, los cuales proporcionan un menor tiempo de medición y mayor versatilidad, sin embargo, no está exento de errores (Bragança et al 2017)

2.2 Desafíos en la exactitud de datos.

Uno de los primeros desafíos en la exactitud de los datos en antropometría es la propia anatomía del cuerpo humano, los movimientos involuntarios y la deformación de los tejidos blandos complican la correcta toma de mediciones corporales (Bragança et al 2018). La precisión en el landmarking y la minimización de errores en la antropometría son aspectos críticos para garantizar la validez y la fiabilidad de las mediciones obtenidas. El landmarking se refiere al proceso de identificación y colocación precisa de puntos anatómicos específicos en el cuerpo humano, como articulaciones, prominencias óseas o puntos de referencia musculares, que sirven como base para realizar mediciones antropométricas (Kouchi et al, 2011). Uno de los problemas más comunes en el landmarking es la incorrecta localización de los puntos anatómicos, esto puede deberse a la subjetividad en la identificación de landmarks, ya que la interpretación puede variar entre diferentes observadores o incluso entre mediciones repetidas por el mismo observador (Kouchi et al, 2011), estos errores son más comunes en la antropometría moderna y están relacionados con la precisión y fiabilidad de los datos obtenidos, ya que, existe una diversidad considerable en los instrumentos de medición utilizados. La precisión se refiere a la variabilidad entre mediciones repetidas realizadas por el mismo observador. Para evaluar esta precisión, se utiliza el Error Típico de la Medida (TEM), que expresa el error de la medición en antropometría. Este error calcula la desviación estándar entre mediciones repetidas tomadas por uno o más observadores (Bragança et al 2018). Por otro lado, es

importante evaluar también la fiabilidad, que implica mantener consistentes los resultados a lo largo de mediciones repetidas. Para evaluar la fiabilidad, se utiliza el Error Estándar de la Medida (SEM), que es un índice absoluto de fiabilidad que representa la desviación estándar esperada para una medición específica (Bragança et al 2017). La precisión en el landmarking es crucial porque afecta directamente la exactitud de las mediciones antropométricas obtenidas. Mediciones incorrectas de landmarks pueden resultar en estimaciones erróneas de dimensiones corporales como la longitud de extremidades, circunferencias corporales o ángulos articulares. Estos errores pueden llevar a conclusiones inexactas en estudios científicos y aplicaciones prácticas como el diseño ergonómico, la personalización de productos o la evaluación clínica (Kouchi et al, 2011). Los errores que ocurren inter observador e intra observador han sido descritos en un estudio realizado por investigadores japoneses (Kouchi et al, 2011), cuya finalidad fue comprobar si existían diferencias significativas en la repetibilidad inter observador e intra observador y concluyeron que menores errores de marcación están relacionado a una mayor experiencia del marcador experimentado (10 años de experiencia) frente a uno menos experimentado (2 meses), por lo tanto, una de las medidas a tomar en cuenta para reducir los errores consta en actualizar los puntos de referencia para definir explícitamente definiciones y/o procedimientos detallados durante el marcaje en base a la experiencia de marcadores (Kouchi et al, 2011). Por ende, es necesario ir mejorando la calidad de los procedimientos ya que con una correcta fiabilidad y precisión se obtendrá exactitud en la recopilación de los datos.

2.3 Estrategias, normativas y estándares para la reducción de errores en la medición antropométrica 3D.

Para abordar estos desafíos y mejorar la precisión de las mediciones antropométricas 3D, es fundamental cuantificar experimentalmente los errores de señalización intra (mediciones del mismo observador) e inter observador (mediciones de varios observadores). Este enfoque permite examinar la relación entre estos errores y las dimensiones corporales, subrayando la importancia de reducir los errores de referencia entre observadores para aumentar la precisión de las mediciones (Kouchi & Mochimaru, 2011). Así, al implementar métodos más rigurosos para controlar y minimizar estos errores, se puede avanzar significativamente en la fiabilidad de los datos obtenidos mediante tecnologías 3D en estudios antropométricos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional de Normalización (ISO) han establecido medidas específicas para asegurar la calidad en las mediciones antropométricas, con el fin de garantizar datos precisos y consistentes (Viviani et al., 2018). Además, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) ha formado un grupo de trabajo centrado en la tecnología de procesamiento corporal 3D, cuyo objetivo es desarrollar nuevos estándares relacionados con el escáner corporal 3D y el procesamiento de datos (Daanen & Psikuta, 2018). No obstante, pese a la existencia de estos estándares, los errores en las mediciones siguen siendo comunes, debido a la influencia de diversos factores que pueden variar durante el proceso de medición.

La capacitación y el entrenamiento adecuados en la toma de datos antropométricos son esenciales para mejorar la validez, la precisión y la fiabilidad de las mediciones

antropométricas. Los programas de capacitación bien diseñados no solo equipan a los observadores con las habilidades necesarias para realizar mediciones precisas, sino que también promueven estándares de calidad en la investigación y aplicaciones prácticas que dependen de datos antropométricos confiables (Castellucci, H. I., et al 2019).

2.4 Antropometría de la mano y variaciones entre sexos.

La antropometría de la mano es un campo crucial para el diseño ergonómico y personalizado de productos, especialmente cuando se consideran las variaciones entre sexos. Los estudios abordados a continuación abordan esta temática, proporcionando datos específicos que reflejan las diferencias antropométricas entre hombres y mujeres en distintas poblaciones.

Investigadores realizaron un levantamiento antropométrico en la población coreana, identificando tipos de formas de la mano y sus variaciones según el género. Este estudio subraya la importancia de considerar las diferencias de género para el diseño de productos ergonómicos que se adapten adecuadamente a las necesidades de los usuarios masculinos y femeninos (Jee & Yun, 2016), en otro estudio se analizaron las formas de la mano en la población coreana, clasificando estas formas y resaltando nuevamente las diferencias significativas entre géneros. Estos datos son cruciales para industrias que requieren un ajuste preciso, como la fabricación de guantes, donde las diferencias antropométricas impactan directamente en el confort y la funcionalidad de los productos (Jee et al., 2016), y por otro lado Mandahawi y sus colaboradores proporcionaron datos antropométricos específicos de una muestra de varones jordanos, lo que resalta la necesidad de estudios adicionales que incluyan tanto hombres como mujeres para obtener una visión completa de las variaciones antropométricas (Mandahawi et al., 2008).

El uso de modelos estadísticos y redes neuronales profundas para identificar las dimensiones dominantes de las formas de las manos en 3D proporciona una perspectiva moderna y tecnológica sobre cómo las variaciones de género influyen en éstas (Yang et al., 2021).

La investigación de Kouchi y Mochimaru en 2011 examina los errores en la identificación de puntos anatómicos y compara la antropometría tradicional con la 3D, destacando cómo las variaciones de género pueden influir en las mediciones. Este estudio destaca la importancia de emplear tecnologías avanzadas para minimizar errores y mejorar la precisión en la identificación de puntos anatómicos. Al hacerlo, se facilita una mejor adaptación a las diferencias de género, lo que resulta crucial para la obtención de datos antropométricos precisos y la adaptación de productos a las características específicas de diferentes grupos de usuarios.

En el estudio realizado por Bravo y colaboradores en 2018 se hizo revisión de estudios antropométricos en estudiantes escolares portugueses, indicando que los análisis diferenciados por género son esenciales para obtener datos precisos y útiles para el diseño ergonómico. Este enfoque asegura que los productos diseñados para jóvenes usuarios sean apropiados para ambos géneros (Bravo et al., 2018).

Estas investigaciones subrayan la importancia de considerar las diferencias de sexo en los estudios antropométricos de la mano, proporcionando datos cruciales para el diseño y la ergonomía de productos personalizados y seguros.

2.5 Escáneres corporales en Mano.

Los avances en la tecnología de escaneo corporal han transformado significativamente el campo de la antropometría, ofreciendo nuevas posibilidades para la obtención de medidas precisas y detalladas del cuerpo humano. Entre estas tecnologías, los escáneres corporales de manos han emergido como herramientas cruciales para diversas aplicaciones en la biomedicina, la ergonomía, la ingeniería de productos y la seguridad laboral. Estos dispositivos permiten capturar datos 3D de las manos facilitando el diseño personalizado de productos y mejorando la ergonomía de los usuarios (Yu A. et al, 2013). El estudio "Análisis anatómico 2D y 3D de las dimensiones de la mano para guantes a medida" tuvo como principal objetivo definir las diferencias entre antropometría directa (tradicional) y la moderna a través de análisis 2D y 3D. Además, concluyeron que los resultados guardan gran similitud con la antropometría directa (tradicional) e incluso se demostró que entre escáneres 2D y 3D, este último es mucho más eficiente ya que permite extraer nueva información en cualquier momento del futuro y hacer un seguimiento de los cambios en un periodo de tiempo. Por lo que es dentro de los métodos modernos, el más adecuado, preciso y fiable para tomar datos antropométricos de la mano. (Yu et al, 2013).

En relación con la antropometría de la mano se han realizado grandes esfuerzos en la obtención de datos de la mano en distintas muestras de diferentes regiones, géneros, edades, etc. Aunque no se han definido las dimensiones ideales para un todo, cada investigación ha propuesto diferentes mediciones para sus estudios algunos ejemplos son como la de 11 dimensiones que son las recomendadas por la ISO 7250-1:2017 (Organización Internacional de normalización, 2017), una de 24 dimensiones que se consideraron en un estudio de la población de Jordania (Mandahawi et al., 2008), una de 33 dimensiones en la construcción de guantes a partir de requerimientos de diseño (García-Cáceres et al 2012), una en la población de Corea que se estudiaron 27 dimensiones de la mano (Jee & Yun, 2016), y en Chile se realizó un estudio sobre las características antropométricas de trabajadores chilenos en el cual también se hace uso de los escáneres corporales 3D, cabe considerar que para la toma de muestras de la mano se utilizaron solo 4 dimensiones y se destaca que los investigadores que realizaron las mediciones recibieron una capacitación exhaustiva para garantizar que comprendieran y siguieran correctamente el protocolo de medición para así evitar errores en la toma de datos. (HI Castellucci, CA Viviani et al, 2019).

2.5.1 Beneficios de los Escáneres Corporales 3D de Mano.

Los escáneres corporales 3D se han posicionado como una alternativa moderna y eficiente frente a los métodos tradicionales de medición manual, es decir la antropometría 3D de la mano ha mostrado ser una técnica prometedora debido a los múltiples beneficios que ofrece en términos de precisión, fiabilidad y eficiencia.

Uno de los principales beneficios de los escáneres 3D es la significativa reducción de errores humanos asociados con la toma de medidas manuales, tales como la variabilidad interobservador e intraobservador. Estudios realizados destacan que el uso de estas tecnologías minimiza los errores comunes en el landmarking, gracias a la precisión automatizada en la identificación de puntos anatómicos específicos (Kouchi & Mochimaru, 2011). Esto representa una ventaja notable en comparación con las técnicas manuales, donde la subjetividad y la falta de consistencia pueden comprometer la exactitud de los datos.

Investigaciones sugieren que las mediciones 3D en muchos casos, superan en términos de eficiencia y capacidad de seguimiento a las técnicas manuales (Yu et al., 2013), ya que los escáneres 3D permiten una recopilación de datos más rápida y detallada, lo cual optimiza el proceso de medición sin comprometer la calidad de los resultados.

La captura de datos mediante escáneres 3D es rápida y no requiere contacto físico constante, reduciendo el estrés y malestar de los sujetos durante el proceso de medición (Yu et al., 2013). Esta característica es particularmente valiosa en contextos ergonómicos, donde la experiencia del usuario y el bienestar son consideraciones fundamentales.

La capacidad de los escáneres 3D para almacenar y actualizar datos permite un seguimiento preciso de los cambios en las dimensiones de las manos a lo largo del tiempo, lo que es esencial en estudios longitudinales y aplicaciones de diseño personalizado, facilitando la realización de análisis futuros y la adaptación de diseños a las necesidades cambiantes de los usuarios.

Los escáneres 3D han demostrado ser una herramienta valiosa en el diseño de equipos de protección personal (EPP), como los guantes estructurales para bomberos. En los estudios estos indican que la utilización de mediciones precisas obtenidas a través de escaneos 3D mejora significativamente el ajuste de los guantes, aumentando su eficacia y reduciendo el riesgo de lesiones. Este enfoque subraya la importancia de contar con datos exactos y fiables en el desarrollo de equipos que no solo protejan a los usuarios, sino que también potencien su desempeño (Hsiao et al., 2015).

Estos beneficios demuestran que la integración de escáneres corporales 3D en la antropometría moderna ofrece datos precisos, fiables y adaptativos. Estos avances no solo mejoran la calidad de las mediciones, sino que también amplían las posibilidades de aplicación en diversos campos, como el diseño ergonómico y la seguridad ocupacional, consolidando la importancia de estas tecnologías en el futuro de la antropometría.

3. METODOLOGÍA

3.1 Objetivo general.

Establecer las diferencias antropométricas de la mano entre hombres y mujeres trabajadores adheridos a Mutual de Seguridad de CChC.

3.2 Objetivos específicos.

Determinar las dimensiones antropométricas 3D con modelo de marcado manual en manos derechas

Establecer las diferencias entre las medidas antropométricas por sexo.

Establecer las diferencias entre las medidas antropométricas por edad.

3.3 Tipo de estudio y diseño.

Estudio descriptivo y comparativo con un diseño transversal.

3.4 Hipótesis investigativa.

H0: No existen diferencias significativas en las dimensiones antropométricas de la mano entre hombres y mujeres trabajadores adheridos a la Mutual de Seguridad CChC.

H1: Existen diferencias significativas en las dimensiones antropométricas de la mano entre hombres y mujeres trabajadores adheridos a la Mutual de Seguridad CChC.

3.5 Población y muestra.

Para el estudio la muestra fue, trabajadores chilenos que incluye chilenos y extranjeros que laboran Chile, usuarios o potenciales usuarios de equipos de protección personal (EPP) (anteojos, antiparras, pantallas faciales, EPR, casco, guantes, etc.), entre los 18 y 71 años, hombres y mujeres.

El diseño de muestreo consistió en aplicar un muestreo estratificado, donde los estratos serán de igual tamaño. Esto permitirá un diseño confiable utilizando los percentiles 5 y 95, que son fundamentales para la aplicación de la antropometría en el diseño de productos, como EPP. En este estudio, los estratos se determinarán en función de dos factores: género (masculino y femenino) y rango de edad (18-35, 36-53, 54-71). Se considerarán tres grupos

de edad, siguiendo las recomendaciones de la norma ISO 15535:2012 y lo utilizado por Zhuang y Bradtmiller (2005) en la obtención de datos de la población estadounidense. Es importante destacar que el último grupo de edad supera la edad de jubilación teórica (60 años para mujeres y 65 años para hombres). Esto se hizo teniendo en cuenta que Chile tiene una de las edades de jubilación efectiva más altas entre los países pertenecientes a la OCDE, con 71,3 años para hombres y 67,7 años para mujeres (OECD, 2017). La muestra utilizada en este estudio pertenece a las regiones Metropolitana y Valparaíso, se puede considerar una limitación usar sólo dos regiones limitación del proyecto, existe un proyecto estudio de antropometría escolar demostró que no existen diferencias significativas en las medidas antropométricas de los estudiantes de seis regiones del país (I, III, V, VIII, IX y RM) (UNESCO, 2001).

3.6 Variables.

TABLA 1. VARIABLES.

Nombre	Definición
Marcado manual 3D	<p>Conceptual: Se refiere al proceso en el cual un operador humano identifica y señala manualmente puntos específicos o características en un modelo tridimensional de un objeto, en este caso, de una mano (John F. Ready y Charles D. P. D., 2012).</p> <p>Operacional: Software de modelado 3D y una interfaz de usuario para seleccionar y marcar puntos específicos en un modelo digital tridimensional de una mano.</p>
Marcado automático 3D	<p>Conceptual: Se refiere al uso de algoritmos y software automatizados para identificar y marcar puntos específicos o características en un modelo tridimensional de un objeto, como una mano, sin intervención manual (John F. Ready y Charles D. P. D., 2012).</p> <p>Operacional: Se lleva a cabo mediante el uso de un software marca 3dMD, modelo cranial4 System, que aplica algoritmos de reconocimiento de características para identificar y marcar automáticamente puntos de interés en un modelo 3D de una mano.</p>

<p>Antropometría 3D</p>	<p>Conceptual: Es la ciencia que estudia las medidas y proporciones del cuerpo humano en tres dimensiones. En el contexto de la mano, se enfoca en obtener medidas detalladas y precisas de las dimensiones de la mano utilizando tecnologías tridimensionales (Daanen, H., & Psikuta, A. 2018b).</p> <p>Operacional: Se lleva a cabo mediante el uso de escáneres 3D marca 3dMD, modelo cranial4 System, o sistemas de captura de movimiento para registrar las dimensiones de la mano en un espacio tridimensional.</p>
<p>Dimensiones antropométricas de la Mano</p>	<p>Conceptual: Se refiere a las medidas tridimensionales específicas de distintos aspectos de la mano, obtenidas para análisis ergonómico y diseño de productos adaptados a las características físicas de los usuarios (Viviani, C., Arezes, P., Bragança, S., Molenbroek, J., Dianat, I., & Castellucci, I. 2018).</p> <p>Operacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Grosor de la mano (D1): Grosor máximo a través de los nudillos. ● Ancho distal del Dígito 1 (D2): Ancho en la articulación interfalángica del pulgar. ● Ancho distal del Dígito 2 (D3): Ancho en la articulación distal del dedo índice. ● Ancho proximal del Dígito 2 (D4): Ancho en la articulación proximal del dedo índice. ● Ancho distal del Dígito 3 (D5): Ancho en la articulación distal del dedo medio. ● Ancho proximal del Dígito 3 (D6): Ancho en la articulación proximal del dedo medio. ● Ancho distal del Dígito 4 (D7): Ancho en la articulación distal del dedo anular. ● Ancho proximal del Dígito 4 (D8): Ancho en la articulación proximal del dedo anular. ● Ancho distal del Dígito 5 (D9): Ancho en la articulación distal del dedo meñique. ● Ancho proximal del Dígito 5 (D10): Ancho en la articulación proximal del dedo meñique. ● Ancho de la palma de la mano (D11): Ancho máximo de la palma. ● Ancho de la muñeca (D12): Ancho de la muñeca. ● Largo de la palma de la mano (D13): Largo desde la base de los dedos hasta el pliegue de la muñeca.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Largo de la raíz del pulgar a la raíz del índice (D14): Distancia entre las raíces del pulgar e índice. ● Largo de los dedos (D15-D19): Longitud de cada dedo desde su base hasta su punta. ● Altura de las hendiduras interdigitales (D20-D23): Altura de las hendiduras interdigitales entre cada par de dedos. ● Altura de los dedos (D24-D28): Altura de cada dedo desde la base de la muñeca hasta su punta. ● Longitud de las falanges (D29-D37): Medida de las secciones de las falanges distal y medial de cada dedo. ● Centro del pliegue de la muñeca a cada dedo (D38-D42): Distancia desde el pliegue de la muñeca hasta la raíz de cada dedo. ● Circunferencias en las articulaciones de los dedos (D43-D51): Circunferencia en las articulaciones interfalángicas de cada dedo. ● Circunferencia de la mano (D52): Circunferencia total de la mano. ● Circunferencia de la muñeca (D53): Circunferencia de la muñeca. ● Largo total de la mano (D54): Largo total de la mano desde el pliegue de la muñeca hasta la punta del dedo medio.
--	--

3.7 Instrumentos y materiales.

- Scanner 3D: marca 3dMD (ver figura 1), modelo cranial4 System. Equipo de alta confiabilidad con un nivel de error menor a 0,2 mm. (ver figura 2). Este equipo pertenece al ISP y cada soporte (trípode) se compone de 2 módulos con 6 cámaras, las cuales toman fotografías simultáneas, proporcionando una reconstrucción en 3D, además de incorporar luz (unidades flas).
- Banco regulable: permite colocar al participante en la postura sedente correcta para realizar las capturas de imágenes.
- Gorro de licra blanca: se colocó a las/os trabajadoras/es para asegurar una buena calidad de imagen.
- Cinta métrica Rosscraft: instrumento utilizado para el registro de circunferencias de cabeza y cuello.

- Báscula de columna mecánica con estadiómetro (Detecto ®)
- Autoadhesivos verdes: utilizados para el marcaje de puntos anatómicos de referencia.

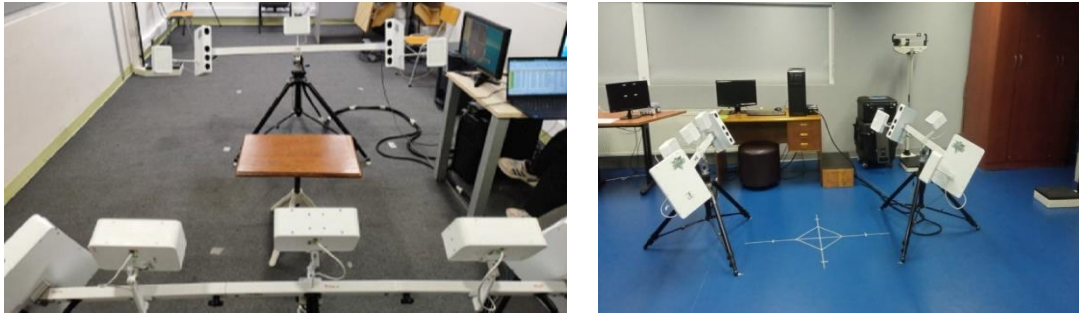


FIGURA 1. SCANNER 3DMD, MODELO CRANIAL4 SYSTEM.

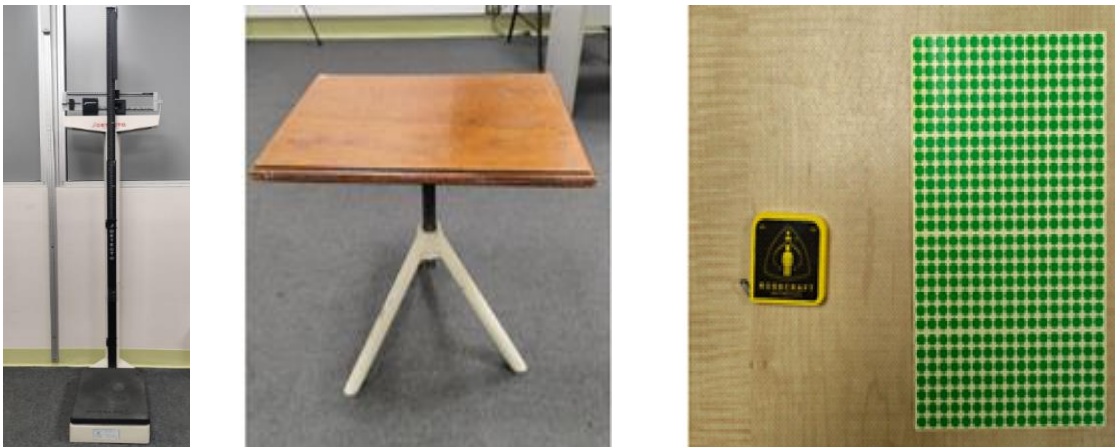


FIGURA 2. ELEMENTOS PARA EL PROCESO DE EVALUACIÓN.

3.7.1 Marcaje de manos.

El procesamiento de imágenes, para la obtención de las dimensiones antropométricas, consideró los siguientes pasos:

Se realizó el marcado virtual de 58 puntos de referencias antropométricos en software escrito en lenguaje Python (Figura 3).

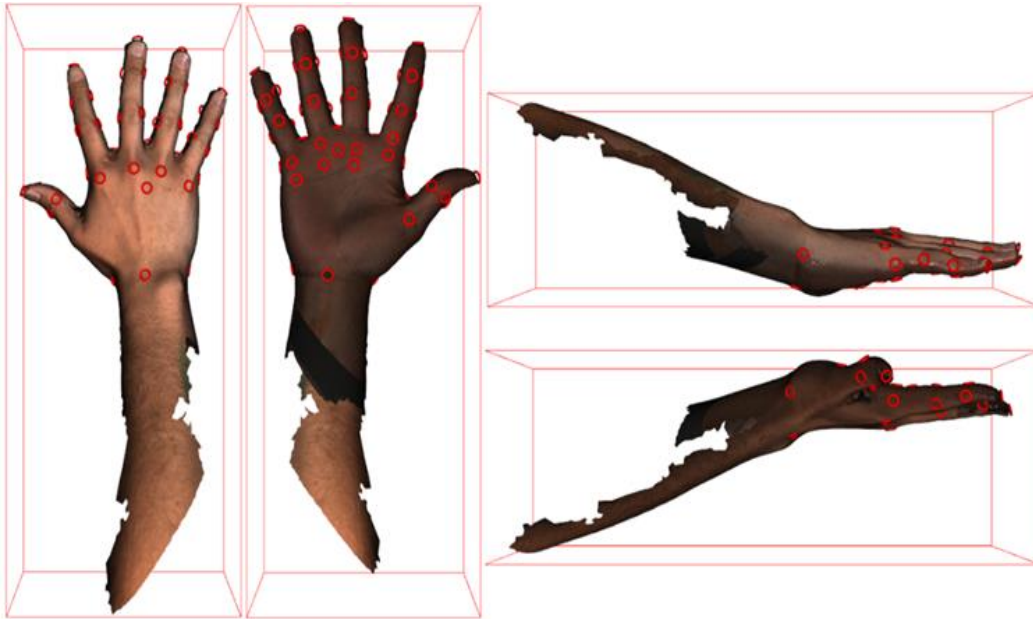


FIGURA 3. IMAGENES CON MARCACION VIRTUAL DE 58 PNTOS DE REFERENCIA.

Posteriormente, mediante el software FaceForm Wrap, se realizó un procedimiento denominado wrap, el cual utiliza los puntos de referencia marcados y mediante una plantilla de mano derecha permite el rellenado del objeto y la corrección de fallas en la superficie tridimensional. Cada punto de referencia es contrastado 1:1 con la plantilla, permitiendo moldear la superficie objetivo con respecto a la plantilla (Figura 4).

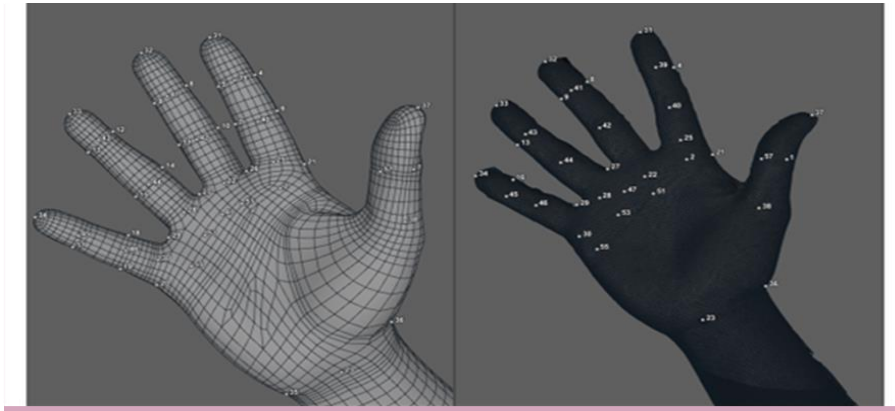


FIGURA 4. PROCEDIMIENTO WRAP, PARA EL RELLENADO DEL OBJETO Y LA CORRECCION DE FALLAS EN LA SUPERFICIE TRIDIMENSIONAL DE LA MANO.

Una vez realizado el wrap, se procedió con el proceso de normalización de la superficie tridimensional, con el objetivo de normalizar las distancias entre cada vértice del objeto. Con ello, se evitan curvaturas no deseadas y permite un cálculo más preciso de las medidas antropométricas objetivo.

Por último, una vez normalizada la superficie del sujeto voluntario objetivo, se calculan 54 dimensiones antropométricas de mano basadas en matemática vectorial y geometría diferencial para las medidas lineales y de curvaturas respectivamente (Figura 5) (Mayor detalle Anexo 1).

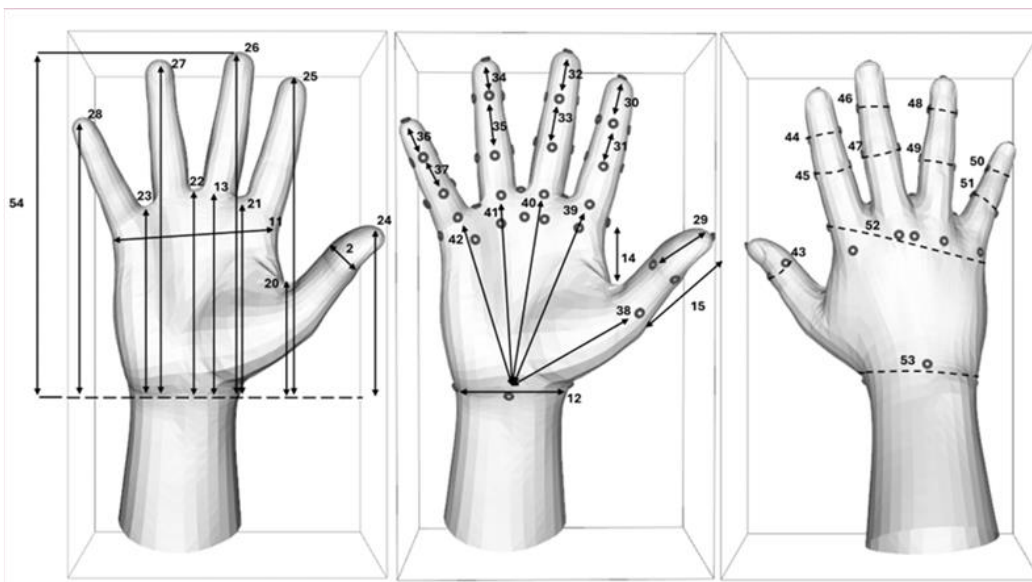
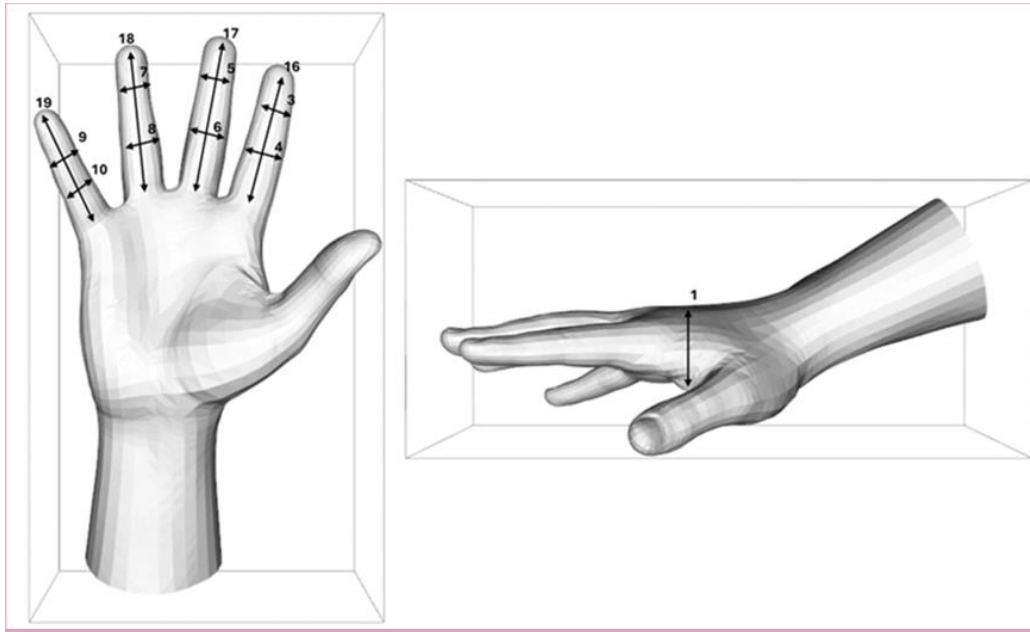


FIGURA 5. DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS DE MANOS OBTENIDAS DE MANERA 3D.

3.7.2 Análisis Estadístico.

Para iniciar el análisis exploratorio, se tuvo que realizar la preparación de la base de datos en Excel. Se eliminaron los valores en la prueba de reactimetría menores a 0.150 (Cantin

et al., 2009) y se revisó la existencia de datos mal registrados. Una vez confeccionada la base de datos, se exportó al software STATA versión 16, en el cual se llevó a cabo el análisis estadístico, dividido en dos partes; En primer lugar, se realizó un análisis exploratorio univariado para determinar la naturaleza de las variables. Las variables cuantitativas se reportaron mediante medidas de posición de tendencia central (media) y dispersión (rango). Mientras que las variables categóricas se reportaron mediante el porcentaje; en segundo lugar, se realizó un análisis bivariado entre la variable edad considerando tres categorías y las diferentes variables dependientes, que en su totalidad fueron cuantitativas. Para aquellos casos en que la variable cuantitativa distribuyó normal en las tres categorías se utilizó la prueba de ANOVA. Por el contrario, en aquellas ocasiones que la variable cuantitativa no distribuyó normal en al menos una de las tres categorías, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis. Para determinar la normalidad se utilizó la prueba de Shapiro-wilk.

Estos procedimientos fueron realizados utilizando el software STATA versión 16.

3.8 Procedimiento.

El procedimiento de recolección de datos antropométricos se llevó a cabo con un equipo de evaluación compuesto por 3 personas, cada una con un rol específico. Estos roles fueron los siguientes:

- **Evaluador:** Esta persona fue la encargada de realizar las marcas con autoadhesivos verdes y tomar las medidas antropométricas de forma manual. Durante el proceso, el evaluador pronunciaba en voz alta el valor de cada dimensión medida.
- **Evaluador 3D:** El evaluador 3D tenía la función de registrar los datos demográficos de los participantes y dictar en sentido secuencial las medidas manuales a tomar. Además, se encargaba de manejar el scanner 3D y anotar en el computador las medidas manuales obtenidas.
- **Apoyo:** Esta persona se encargaba de gestionar y organizar la entrada y salida de los trabajadores al lugar de la medición. También se encargaba de la distribución del consentimiento informado.

Estas personas tuvieron que ser entrenadas durante 4 días en el Centro de Estudio del Trabajo y Factores Humanos de la Universidad de Valparaíso. El grupo pasó por un entrenamiento teórico práctico que contempló los aspectos a la captura de dimensiones 3d y manuales. Se enfatizó en el proceso de marcado y aspectos éticos de la captura de datos.

4. RESULTADOS

4.1 Muestra real.

La tabla 2 permite observar las características de la muestra obtenida. Algunas de esas características son: número estimado y total de manos, clasificación según sexo y grupos etarios. En la tabla 2 se puede observar también que la muestra real es superior en 117 muestras a la estimada y que los datos obtenidos de mujeres son mayores en cada grupo etario, aún más en grupo etario de 36-53 años superando a los hombres con 119 muestras en el conteo total de manos.

TABLA 2. MUESTRA ESTIMADA Y MUESTRA REAL OBTENIDA.

Grupo etario	Manos			
	Estimada (1.200)		Real (1.317)	
	Fem	Masc	Fem	Masc
18-35	200	200	301	262
36-53	200	200	266	213
54-71	200	200	151	124
TOTAL	600	600	718	599

4.2 Datos diferenciados por sexo.

En la tabla 3 se presenta el análisis de los 1.317 datos antropométricos de manos, separados por sexo (Femenino: 718, Masculino: 599). En la tabla 3 es posible evidenciar que existen diferencias estadísticamente significativas en todas las dimensiones antropométricas evaluadas entre hombres y mujeres. Resaltar que en las dimensiones Largo de la raíz del pulgar a la raíz del índice (D14) con una diferencia del 16% y Circunferencia de la mano (D52) con una diferencia del 16% son aquellas con mayor diferencia entre sexos.

Las mayores diferencias porcentuales son consideradas aquellas dimensiones con porcentaje superior a 11% las cuales fueron en el ancho distal del Dígito 1 (D2) 11.90% ,ancho distal del Dígito 2 (D3) 11.27% ,ancho distal del Dígito 3 (D5) 11.32%, ancho distal del Dígito 4 (D7) 11.17%,

ancho distal del Dígito 5 (D9) 11.76%, ancho proximal del Dígito 5 (D10) 11.27%, largo de la raíz del pulgar a la raíz del índice (D14) 16%, altura de la hendidura interdigital del Dígito 2 (D21) 11.03%, altura de la hendidura interdigital del Dígito 3 (D22) 11.26% , altura de la hendidura interdigital del Dígito 4 (D23) 11.93%, altura del Dígito 1 (D24) 11.09%, altura del Dígito 4 (D27) 11.54%, altura del Dígito 5 (D28) 12.50%, largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 1 (D29) 11.07%,circunferencia interfalángica del Dígito 1 (D43) 11.02%, circunferencia interfalángica distal del Dígito 3 (D46) 11.59%, circunferencia interfalángica distal del Dígito 4 (D48)11.51%, circunferencia interfalángica proximal del Dígito 4 (D49) 11.83%, circunferencia interfalángica distal del Dígito 5 (D50)11.04%, circunferencia interfalángica proximal del Dígito 5 (D51) 12.76%, circunferencia de la mano (D52) 11.28%.

Las menores diferencias porcentuales son aquellas con una diferencia menor a 8% y se encuentran en el largo de la palma de la mano (D13) 7.78%, largo del Dígito 2 (D16) 6.42%, largo del Dígito 3 (D17) 6.57%, largo del Dígito 4 (D18) 7.26%, largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 2 (D31) 7.43%, largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 3 (D33) 6.08%, largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 4 (D35) 6.18%, largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 5 (D37) 6.78%, centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 2 (D39) 7.91%, centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 3 (D40)7.78%, centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 4 (D41)7.30%, centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 5 (D42)7.31% y el largo de la mano (D54) 7.60%.

TABLA 3. DATOS ANTROPOMÉTRICOS DE MANOS POR SEXO.

Medidas Antropométricas	Femenino (n =718)					Masculino (n = 599)					Diferencias			
	Media	SD	P5	P50	P95	Media	SD	P5	P50	P95	resumen	p-value	AV	%
Grosor de la mano (D1)	28.08	2.06	24.80	27.99	31.52	31.50	2.24	27.68	31.45	35.52	***	0.00	3.42	10.86
Ancho distal del Dígito 1 (D2)	19.82	1.38	17.71	19.82	22.16	22.50	1.57	20.08	22.52	25.21	***	0.00	2.68	11.90
Ancho distal del Dígito 2 (D3)	15.94	1.24	13.99	15.92	18.02	17.96	1.41	15.55	17.89	20.20	***	0.00	2.02	11.27
Ancho proximal del Dígito 2 (D4)	18.70	1.37	16.58	18.66	20.98	20.81	1.40	18.68	20.75	23.27	***	0.00	2.12	10.17
Ancho distal del Dígito 3 (D5)	16.07	1.21	14.19	16.00	18.08	18.12	1.34	15.81	18.14	20.40	***	0.00	2.05	11.32
Ancho proximal del Dígito 3 (D6)	18.51	1.31	16.37	18.54	20.66	20.63	1.39	18.39	20.63	22.82	***	0.00	2.12	10.29
Ancho distal del Dígito 4 (D7)	15.03	1.22	13.08	14.96	17.13	16.92	1.27	14.99	16.84	19.13	***	0.00	1.89	11.17
Ancho proximal del Dígito 4 (D8)	17.41	1.39	15.18	17.36	19.68	19.38	1.34	17.16	19.36	21.70	***	0.00	1.97	10.17
Ancho distal del Dígito 5 (D9)	14.25	1.29	12.31	14.20	16.42	16.15	1.30	14.20	16.14	18.35	***	0.00	1.90	11.76
Ancho proximal del Dígito 5 (D10)	15.99	1.43	13.68	15.99	18.26	18.02	1.47	15.80	17.95	20.56	***	0.00	2.03	11.27
Ancho de la palma de la mano (D11)	82.67	4.35	75.49	82.44	89.74	91.86	4.60	84.54	92.10	98.88	***	0.00	9.19	10.01

Ancho de la muñeca (D12)	58.64	4.53	51.33	58.43	66.12	64.37	4.42	56.95	64.15	71.89	***	0.00	5.73	8.90
Largo de la palma de la mano (D13)	101.36	5.07	93.16	101.57	109.38	109.91	5.60	100.85	109.86	119.40	***	0.00	8.55	7.78
Largo de la raíz del pulgar a la raíz del índice (D14)	30.74	5.23	22.49	30.83	39.46	36.59	5.51	27.31	36.49	45.49	***	0.00	5.85	16.00
Largo del Dígito 1 (D15)	55.70	4.24	49.00	55.50	63.11	61.12	4.30	53.91	60.85	68.58	***	0.00	5.41	8.86
Largo del Dígito 2 (D16)	66.55	4.36	60.03	66.23	74.19	71.12	4.59	64.34	70.98	78.61	***	0.00	4.57	6.42
Largo del Dígito 3 (D17)	73.87	4.73	66.54	73.66	81.88	79.07	4.99	70.99	78.95	87.29	***	0.00	5.20	6.57
Largo del Dígito 4 (D18)	67.70	4.42	61.20	67.46	75.92	73.00	4.91	65.27	72.87	81.11	***	0.00	5.30	7.26
Largo del Dígito 5 (D19)	53.92	4.43	47.16	53.65	61.39	58.62	4.44	51.88	58.57	65.91	***	0.00	4.70	8.02
Altura de la hendidura interdigital del Dígito 1 (D20)	55.96	23.63	-9.21	60.71	70.39	62.13	19.43	52.02	65.12	75.66	***	0.00	6.17	9.94
Altura de la hendidura interdigital del Dígito 2 (D21)	88.18	36.12	-20.30	96.10	106.10	99.11	28.71	90.23	103.59	114.50	***	0.00	10.93	11.03
Altura de la hendidura interdigital del Dígito 3 (D22)	88.81	36.51	-15.61	96.98	106.37	100.08	27.72	91.84	104.36	115.12	***	0.00	11.27	11.26
Altura de la hendidura interdigital del Dígito 4 (D23)	82.16	33.50	-8.08	89.87	98.27	93.28	24.60	85.18	96.98	107.34	***	0.00	11.13	11.93
Altura del Dígito 1 (D24)	87.83	28.14	37.95	93.74	107.58	98.79	22.14	82.46	102.15	116.15	***	0.00	10.95	11.09
Altura del Dígito 2 (D25)	144.97	45.38	26.56	154.13	169.52	162.50	35.74	149.56	168.00	182.43	***	0.00	17.53	10.79
Altura del Dígito 3 (D26)	155.57	47.91	30.45	165.46	180.41	174.73	36.54	162.62	180.29	195.25	***	0.00	19.16	10.96
Altura del Dígito 4 (D27)	147.60	46.51	23.26	157.67	171.99	166.85	34.70	154.75	172.24	187.02	***	0.00	19.25	11.54
Altura del Dígito 5 (D28)	124.96	40.28	25.60	133.62	147.13	142.82	29.01	130.02	147.05	161.95	***	0.00	17.86	12.50
Largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 1 (D29)	28.54	2.21	25.00	28.45	32.14	32.10	2.05	28.78	32.10	35.54	***	0.00	3.55	11.07
Largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 2 (D30)	22.92	2.16	19.93	22.80	26.35	25.14	1.95	21.86	25.13	28.41	***	0.00	2.21	8.80

Largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 2 (D31)	19.69	1.97	16.58	19.62	23.18	21.27	2.11	18.14	21.19	25.01	***	0.00	1.58	7.43
Largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 3 (D32)	23.36	2.11	19.98	23.43	26.75	25.77	2.13	22.18	25.76	29.19	***	0.00	2.41	9.34
Largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 3 (D33)	23.16	2.20	19.59	23.16	27.03	24.66	2.29	20.98	24.46	28.95	***	0.00	1.50	6.08
Largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 4 (D34)	22.94	1.97	19.88	22.92	26.25	25.48	2.00	22.32	25.47	28.59	***	0.00	2.54	9.97
Largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 4 (D35)	21.74	2.14	18.53	21.70	25.23	23.17	2.24	19.80	23.08	26.95	***	0.00	1.43	6.18
Largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 5 (D36)	20.64	1.90	17.81	20.58	23.71	23.05	1.89	19.75	23.01	26.12	***	0.00	2.41	10.47
Largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 5 (D37)	15.40	1.92	12.46	15.29	18.29	16.53	1.88	13.28	16.50	19.68	***	0.00	1.12	6.78
Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 1 (D38)	67.26	4.47	60.38	66.97	75.07	74.10	5.05	66.02	74.04	82.99	***	0.00	6.84	9.23
Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 2 (D39)	100.71	5.03	92.53	100.65	109.13	109.37	5.53	99.91	109.46	118.48	***	0.00	8.65	7.91
Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 3 (D40)	101.36	5.07	93.16	101.57	109.38	109.91	5.60	100.85	109.86	119.40	***	0.00	8.55	7.78
Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 4 (D41)	98.30	5.12	89.86	98.49	106.47	106.04	5.57	97.19	105.98	115.62	***	0.00	7.74	7.30

Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 5 (D42)	89.62	4.93	81.89	89.72	97.54	96.70	5.42	87.93	96.83	105.72	***	0.00	7.07	7.31
Circunferencia interfalángica del Dígito 1 (D43)	60.77	4.59	54.21	60.83	67.81	68.30	4.98	60.85	68.36	76.39	***	0.00	7.53	11.02
Circunferencia interfalángica distal del Dígito 2 (D44)	47.61	3.68	41.82	47.61	53.36	53.45	4.06	46.55	53.30	60.59	***	0.00	5.84	10.92
Circunferencia interfalángica proximal del Dígito 2 (D45)	57.45	3.97	51.04	57.31	64.28	64.07	4.24	57.67	63.84	71.36	***	0.00	6.63	10.34
Circunferencia interfalángica distal del Dígito 3 (D46)	48.36	3.61	42.37	48.24	54.24	54.71	3.90	48.48	54.57	61.26	***	0.00	6.34	11.59
Circunferencia interfalángica proximal del Dígito 3 (D47)	57.71	3.91	51.42	57.64	64.06	64.84	4.38	57.62	64.74	71.95	***	0.00	7.13	10.99
Circunferencia interfalángica distal del Dígito 4 (D48)	45.15	3.60	39.60	45.24	51.01	51.02	6.33	44.96	50.67	57.53	***	0.00	5.87	11.51
Circunferencia interfalángica proximal del Dígito 4 (D49)	54.63	4.30	48.38	54.52	60.91	61.58	14.90	54.53	61.01	67.78	***	0.00	6.95	11.28
Circunferencia interfalángica distal del Dígito 5 (D50)	42.26	4.81	36.40	42.16	48.16	47.93	3.76	42.23	47.71	54.19	***	0.00	5.67	11.83
Circunferencia interfalángica proximal del Dígito 5 (D51)	49.18	3.66	43.64	49.10	55.84	55.28	4.10	48.65	55.28	61.91	***	0.00	6.10	11.04
Circunferencia de la mano (D52)	176.85	34.91	97.84	188.51	210.18	202.71	33.08	112.77	211.59	233.15	***	0.00	25.86	12.76
Circunferencia de la muñeca (D53)	164.78	12.19	146.48	163.52	186.07	181.87	11.96	164.61	180.96	202.47	***	0.00	17.09	9.40
Largo de la mano (D54)	173.81	8.25	160.57	173.64	187.22	188.11	8.89	173.98	187.98	202.81	***	0.00	14.29	7.60

4.3 Diferencias por edad.

Al analizar los diferentes grupos etarios se puede apreciar una tendencia a la disminución en las medidas verticales o largos de dedos y manos (tabla 4) por ejemplo esto se puede observar de las dimensiones del Largo de la palma de la mano (D13) a la del Largo del Dígito 5 (D19) en las cuales disminuye la media a medida que avanzamos en el grupo etario observado. En la tabla 4 se representan las diferencias con un resumen y un p-valor. Las diferencias son * (p- valor entre 0,02 y 0,04), ** (p- valor de 0,01), *** (un p- valor de 0,00) y ns (p- valor superiores a 0,04). Los p- valores menores a 0,05 indican diferencias significativas en las dimensiones entre los grupos etarios.

Las dimensiones con mayores diferencias significativas son: grosor de la mano (D1) a la del ancho proximal del Dígito 5 (D10), el ancho de la muñeca (D12), largo del Dígito 2 (D16), el largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 2 (D31), el largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 3 (D33) y desde la dimensión del centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 5 (D42) hasta la circunferencia interfalángica proximal del Dígito 5 (D51).

En segundo lugar, de significancia, las dimensiones con diferencias son: Ancho de la palma de la mano (D11), largo del Dígito 3 (D17), largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 1 (D29) y la circunferencia de la mano (D52).

Las dimensiones en tercer lugar de significancia, con diferencias son: Altura de la hendidura interdigital del Dígito 4 (D23), largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 4 (D35), centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 4 (D41)

Finalmente, las dimensiones con ns son: Largo de la palma de la mano (D13), largo de la raíz del pulgar a la raíz del índice (D14), desde el largo del Dígito 4 (D18) hasta la altura de la hendidura interdigital del Dígito 3 (D22), desde la altura del Dígito 1 (D24) hasta la altura del Dígito 5 (D28), largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 2 (D30), largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 3 (D32), largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 4 (D34), desde el largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 5 (D36) hasta el centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 3 (D40) y el largo de la mano (D54). De las dimensiones antes descritas destaca el Largo de hendidura interfalángica distal del dígito 4 (D34) con el p-value 1, el más alto.

TABLA 4. DATOS ANTROPOMÉTRICOS TRIDIMENSIONALES DE MANOS POR EDAD.

Dimensiones antropométricas	18-35 años (n = 559)		36-53 años (n = 477)		54-99 años (n = 278)		Diferencias	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD	resumen	p-value
Grosor de la mano (D1)	29.17	2.65	29.84	2.70	30.22	2.80	***	0.00
Ancho distal del Dígito 1 (D2)	20.38	1.85	21.27	1.89	21.99	1.92	***	0.00
Ancho distal del Dígito 2 (D3)	16.19	1.51	17.12	1.57	17.74	1.56	***	0.00
Ancho proximal del Dígito 2 (D4)	19.10	1.66	19.87	1.69	20.43	1.61	***	0.00
Ancho distal del Dígito 3 (D5)	16.52	1.56	17.19	1.57	17.69	1.55	***	0.00
Ancho proximal del Dígito 3 (D6)	19.06	1.67	19.62	1.73	20.07	1.55	***	0.00
Ancho distal del Dígito 4 (D7)	15.44	1.51	16.07	1.53	16.49	1.45	***	0.00

Ancho proximal del Dígito 4 (D8)	17.93	1.67	18.44	1.63	18.83	1.61	***	0.00
Ancho distal del Dígito 5 (D9)	14.72	1.55	15.24	1.57	15.69	1.56	***	0.00
Ancho proximal del Dígito 5 (D10)	16.51	1.76	17.04	1.70	17.52	1.69	***	0.00
Ancho de la palma de la mano (D11)	86.14	6.83	87.29	6.12	87.55	5.77	**	0.00
Ancho de la muñeca (D12)	60.09	5.24	61.71	5.22	62.80	5.10	***	0.00
Largo de la palma de la mano (D13)	105.04	7.12	105.83	6.59	104.68	6.47	ns	0.06
Largo de la raíz del pulgar a la raíz del índice (D14)	33.25	6.15	33.91	6.04	32.84	6.04	ns	0.12
Largo del Dígito 1 (D15)	58.19	5.02	58.20	4.98	58.05	5.21	ns	0.76
Largo del Dígito 2 (D16)	69.05	5.11	68.69	4.93	67.67	4.84	***	0.00
Largo del Dígito 3 (D17)	76.60	5.72	76.29	5.52	75.38	4.86	**	0.01
Largo del Dígito 4 (D18)	70.27	5.41	70.13	5.43	69.74	5.05	ns	0.53
Largo del Dígito 5 (D19)	56.31	5.02	55.86	5.11	55.86	4.82	ns	0.26
Altura de la hendidura interdigital del Dígito 1 (D20)	58.64	21.60	58.23	23.93	59.95	19.26	ns	0.44
Altura de la hendidura interdigital del Dígito 2 (D21)	93.58	31.23	92.29	37.04	93.78	30.90	ns	0.12
Altura de la hendidura interdigital del Dígito 3 (D22)	94.52	30.68	92.99	37.18	94.38	31.12	ns	0.12
Altura de la hendidura interdigital del Dígito 4 (D23)	87.54	27.46	86.46	34.14	87.88	28.62	*	0.04
Altura del Dígito 1 (D24)	93.16	27.22	91.94	27.00	93.62	22.11	ns	0.24
Altura del Dígito 2 (D25)	153.79	40.28	151.82	46.31	153.18	38.27	ns	0.08
Altura del Dígito 3 (D26)	165.38	42.06	162.82	48.96	164.58	39.16	ns	0.10
Altura del Dígito 4 (D27)	157.05	40.53	155.10	47.27	157.09	38.08	ns	0.33
Altura del Dígito 5 (D28)	133.77	34.25	131.91	41.07	133.72	33.22	ns	0.45
Largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 1 (D29)	29.92	2.79	30.22	2.69	30.55	2.84	**	0.01
Largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 2 (D30)	23.80	2.45	23.95	2.26	24.16	2.24	ns	0.16
Largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 2 (D31)	20.67	2.18	20.46	2.16	19.79	2.10	***	0.00
Largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 3 (D32)	24.45	2.42	24.47	2.55	24.46	2.25	ns	0.90

Largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 3 (D33)	24.16	2.43	23.78	2.28	23.30	2.26	***	0.00
Largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 4 (D34)	24.10	2.38	24.06	2.39	24.15	2.21	ns	1.00
Largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 4 (D35)	22.58	2.36	22.35	2.19	22.08	2.33	*	0.03
Largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 5 (D36)	21.70	2.27	21.70	2.21	21.86	2.26	ns	0.71
Largo de hendidura interfalángica medial del Dígito 5 (D37)	16.08	2.06	15.80	1.89	15.77	1.95	ns	0.05
Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 1 (D38)	70.24	5.89	70.62	5.78	70.21	5.81	ns	0.60
Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 2 (D39)	104.60	7.10	105.11	6.62	103.96	6.42	ns	0.06
Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 3 (D40)	105.04	7.12	105.83	6.59	104.68	6.47	ns	0.06
Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 4 (D41)	101.35	6.93	102.58	6.27	101.44	6.23	*	0.02
Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del Dígito 5 (D42)	92.17	6.45	93.76	6.02	92.60	5.99	***	0.00
Circunferencia interfalángica del Dígito 1 (D43)	62.34	5.81	64.98	5.58	66.63	6.22	***	0.00
Circunferencia interfalángica distal del Dígito 2 (D44)	48.35	4.47	50.99	4.54	52.94	4.40	***	0.00
Circunferencia interfalángica proximal del Dígito 2 (D45)	58.66	4.99	61.19	5.01	62.88	4.92	***	0.00
Circunferencia interfalángica distal del Dígito 3 (D46)	49.52	4.68	51.84	4.59	53.75	4.52	***	0.00
Circunferencia interfalángica proximal del Dígito 3 (D47)	59.43	5.25	61.53	5.31	63.07	5.17	***	0.00
Circunferencia interfalángica distal del Dígito 4 (D48)	46.38	4.40	48.49	7.21	49.61	4.84	***	0.00
Circunferencia interfalángica proximal del Dígito 4 (D49)	56.09	5.40	58.82	16.84	59.49	4.96	***	0.00
Circunferencia interfalángica distal del Dígito 5 (D50)	43.43	5.71	45.34	4.50	46.83	4.34	***	0.00

Circunferencia interfalángica proximal del Dígito 5 (D51)	50.57	4.91	52.52	4.68	53.83	4.51	***	0.00
Circunferencia de la mano (D52)	187.28	34.73	191.99	35.22	185.45	41.18	**	0.01
Circunferencia de la muñeca (D53)	169.59	14.61	174.15	14.91	175.84	13.72	***	0.00
Largo de la mano (D54)	180.45	11.76	180.91	10.80	179.02	10.20	ns	0.06

5. DISCUSIÓN

El marcaje 3D depende de los evaluadores, los encargados de marcar y esto tiene un impacto significativo en la precisión de los datos obtenidos. Este aspecto subraya la necesidad de entrenar adecuadamente al personal en el uso de tecnologías de marcaje y escaneo para reducir errores y mejorar la calidad de las mediciones y obtener los datos más fiables.

En relación con los datos obtenidos de las diferencias entre hombres y mujeres es importante destacar que existe una tendencia a mayores diferencias entre sexos en las dimensiones que miden la altura, ancho y circunferencia entre puntos de referencia de la mano. Las diferencias son claras y consistentes entre las medidas antropométricas de ambos sexos con una tendencia general de ser mayores las medidas antropométricas masculinas que las femeninas. Estudios como el de Jee y Yun (2016) y Mandahawi et al. (2008) reportaron similitudes con lo observado en la población chilena en las dimensiones de alto, ancho y circunferencia siendo consistentemente mayores en hombres que en mujeres. La circunferencia de la mano (D52) y el grosor de la mano (D1) son muestras claras, con diferencias porcentuales notables en el presente estudio chileno (12.76 % y 10.86 %, respectivamente). En la población portuguesa un estudio realizado por Bravo y colaboradores en 2018 en base a una revisión de estudios antropométricos en estudiantes escolares portugueses indicó también que los análisis diferenciados por género son esenciales para obtener datos precisos y útiles para el diseño ergonómico. Estos hallazgos respaldan la importancia de considerar las diferencias según sexo debido no solo a las diferencias biológicas inherentes sino también necesidades distintas para el diseño ergonómico y el ajuste de productos con el propósito final de optimizar el confort y la funcionalidad.

Los datos obtenidos de las dimensiones de la población chilena son similares a los reportados en la población china, donde también se observaron diferencias significativas entre hombres y mujeres. Sin embargo, ese estudio contó con una muestra pequeña de solo 14 participantes y no incluyó análisis por grupos etarios, lo que limita las posibilidades de comparación (Yang et al., 2013). En un estudio realizado en población jordana se obtuvieron datos en los cuales las diferencias entre hombres y mujeres eran marcadas en todas las dimensiones evaluadas, pero a su vez algunas diferencias como en el Largo de la raíz del pulgar a la raíz del índice (D14), fueron más significativas en la población chilena, con un 16% de diferencia entre sexos, mientras que en las poblaciones coreana y jordana (Jee & Yun, 2016; Mandahawi et al., 2008), Estas diferencias no fueron tan pronunciadas, lo que puede explicarse por factores genéticos y culturales que influyen en la estructura y funcionalidad de las manos en cada población, genéticamente, las poblaciones coreana y jordana comparten características que generan proporciones más uniformes en ciertas dimensiones de la mano, y culturalmente las actividades laborales y cotidianas en estas regiones parecen no exigir un uso tan diferenciado de las manos entre hombres y mujeres. No, así como en la población chilena, factores como roles sociales o actividades laborales podrían contribuir a un mayor desarrollo diferenciado, lo que explicaría una diferencia más marcada, como el 16 % observado en el Largo de la raíz del pulgar a la raíz del

índice (D14). En la Circunferencias interfalángicas y muñeca los estudios de Mandahawi et al. (2008) y García-Cáceres et al. (2012) reportan diferencias significativas por sexo en estas medidas mientras que en la población chilena las diferencias son moderadas. En la dimensión del Largo total de la mano (D54) el presente estudio mostró una diferencia del 7.60 %, un valor menor comparado con las diferencias reportadas en la población coreana y jordana, donde estas dimensiones presentaron variaciones más marcadas entre género y también en el largo de hendidura interfalángica distal del Dígito 4 (D34) presentan resultados menos consistentes en la población chilena, con un p-value no significativo, lo que contrasta con los hallazgos significativos en la población jordana y coreana.

Por otra parte, el estudio realizado en la población colombiana en trabajadoras adultas de la industria florícola concluyó que existían diferencias significativas en la antropometría de la mano en relación con otras poblaciones refiriéndose a otros rubros laborales e incluso se hizo la relación con un nivel educativo bajo en la población, con esos datos realizaron una caracterización de la población pero otra vez el número de la muestra implicó un factor limitante que impide totalmente una confirmación de los datos pero sí tendencias claras. La base de datos obtenida del presente estudio podrían garantizar una mejor comprensión de las características formales de la mano en una muestra amplia y facilitar la transferencia de la información antropométrica, por ejemplo a los componentes de los guantes como en el estudio “ Definición de dimensiones antropométricas en la construcción de guantes a partir de requerimientos de diseño (García-Cáceres et al 2015) que también se basó en dimensiones claves (longitud, anchura y circunferencia de la mano) relevantes por sus altas correlaciones estadísticas con otras zonas de la mano (Kwon et al., 2009). En cuanto a las dimensiones relacionadas con circunferencias interfalángicas y muñeca, la población chilena muestra diferencias menos pronunciadas respecto a la población colombiana estudiada por García-Cáceres et al. (2012), donde las dimensiones fueron más amplias debido a adaptaciones funcionales derivadas del contexto laboral de las participantes. Estas diferencias subrayan la necesidad de considerar factores ocupacionales y culturales al interpretar y aplicar datos antropométricos en el diseño de productos y equipos.

Por lo tanto, importante obtener datos antropométricos de cada población específica según sexo, edad, país, región, etnia, entre otras, ya que, son grandes las diferencias antropométricas que podrían dar como resultado variaciones importantes en el diseño de productos. Por ejemplo, en el diseño de mobiliario ergonómico, como sillas y escritorios, las dimensiones del cuerpo, como la altura y el ancho de las piernas y la espalda, afectan la comodidad y funcionalidad. Según Wignjosoebroto (2008), las sillas ajustables deben adaptarse a una variedad de tamaños corporales, permitiendo a los usuarios mantener una postura adecuada y evitar problemas musculoesqueléticos y en productos de protección personal, como guantes y cascos, las variaciones en la circunferencia de las manos y la cabeza son clave para un buen ajuste. Mandahawi et al. (2008) encontraron que, en la población jordana, las diferencias de circunferencia de la muñeca entre sexos son notables, lo que subraya la importancia de personalizar el diseño de guantes de trabajo y equipos de protección según las características de cada población. De igual manera, en el diseño de cascos de motocicleta, es esencial considerar las variaciones en la forma y tamaño de la cabeza de los usuarios, garantizando un ajuste seguro y cómodo (Yang et al., 2013).

En los grupos etarios se puede apreciar una tendencia a la disminución en las medidas verticales o largos de dedos y manos a medida que aumenta la edad y estos cambios según grupo etario podrían justificarse por procesos naturales del envejecimiento, como la pérdida de densidad ósea y elasticidad de los tejidos blandos, así como por una reducción en el uso funcional de las manos en actividades que requieren alta precisión (Bravo et al., 2018). Esta tendencia se invierte en las medidas de anchos y circunferencias; por ejemplo, en las dimensiones del grosor de la mano (D1) hasta el ancho de la muñeca (D12), se observa un aumento progresivo en la medida a medida que avanza la edad del grupo etario. Este patrón podría estar relacionado con el incremento en la acumulación de tejido adiposo y los cambios posturales que acompañan al envejecimiento, factores que también han sido reportados en otros estudios de población adulta (Yang et al., 2021).

Una de las limitantes del presente estudio es el desconocimiento de los rubros de trabajo de los voluntarios evaluados, el cual sería un dato interesante para determinar características propias de una muestra que difieren de otras dependiendo del área laboral en la cual se desempeñan.

En el futuro se espera que nuevos estudios logren suplir las limitantes antes mencionadas, dando lugar a resultados cada vez más representativos de la población chilena además de adaptarse según el sexo y el trabajo del usuario.

Los resultados de este estudio son importantes para comprender cómo las dimensiones de la mano pueden cambiar a lo largo de la vida y cómo estos cambios podrían influir en la funcionalidad manual y en la adaptación a diferentes herramientas y dispositivos ergonómicos.

6. CONCLUSIÓN

Este estudio confirma la importancia de disponer de datos antropométricos actualizados y específicos por género para la población chilena, revelando diferencias significativas entre hombres y mujeres en dimensiones clave de la mano, como altura, ancho y circunferencia. Estas variaciones, medidas a través del escaneo 3D con el Scanner 3dMD (modelo Cranial 4 System), ofrecen una base sólida y confiable para comprender las necesidades específicas de cada grupo.

Los resultados destacan que las dimensiones antropométricas masculinas tienden a ser mayores que las femeninas. Además, los datos muestran cómo las dimensiones de la mano cambian a lo largo del ciclo vital: el largo de los dedos y de la mano disminuye con la edad, mientras que las medidas de ancho y circunferencia aumentan, estos cambios podrían atribuirse a procesos naturales del envejecimiento, al comparar los datos con otras poblaciones, se refuerza la necesidad de tener datos antropométricos propios y representativos, ya que, la población chilena en algunas dimensiones presentan diferencias más moderadas respecto a otras poblaciones, como en las circunferencias interfalángicas y de muñeca, mientras que en medidas como el largo de la raíz del pulgar a la raíz del índice (D14), las diferencias son más pronunciadas (16 % entre géneros), es así como factores culturales, ocupacionales y genéticos influyen en las características físicas.

El estudio enfrenta limitaciones, como la falta de información sobre los rubros laborales de los participantes, un aspecto que podría influir en las características antropométricas específicas. La incorporación de este tipo de datos en futuras investigaciones permitiría establecer relaciones más precisas entre ocupación y dimensiones físicas, enriqueciendo la aplicabilidad de los resultados.

Para mejorar el impacto de estos resultados, se recomienda ampliar las investigaciones a otras regiones del país, aumentando el tamaño y diversidad de las muestras. Esto permitiría obtener una base de datos más robusta y representativa de la población chilena, considerando la variabilidad en el uso de herramientas, equipos y el desgaste funcional debido a actividades laborales específicas. Con un enfoque más inclusivo, sería posible transferir este conocimiento a diseños ergonómicos más efectivos, garantizando mayor seguridad, funcionalidad y confort para diversos contextos y usuarios.

Este estudio ha permitido establecer diferencias significativas en las dimensiones antropométricas de las manos entre hombres y mujeres de la población chilena, resaltando la importancia de estas variaciones para el diseño de productos ergonómicos y personalizados, como equipos de protección personal (EPP). Los principales hallazgos indican que las medidas antropométricas masculinas son consistentemente mayores que las femeninas, con las dimensiones de grosor y circunferencia de la mano mostrando las mayores diferencias porcentuales.

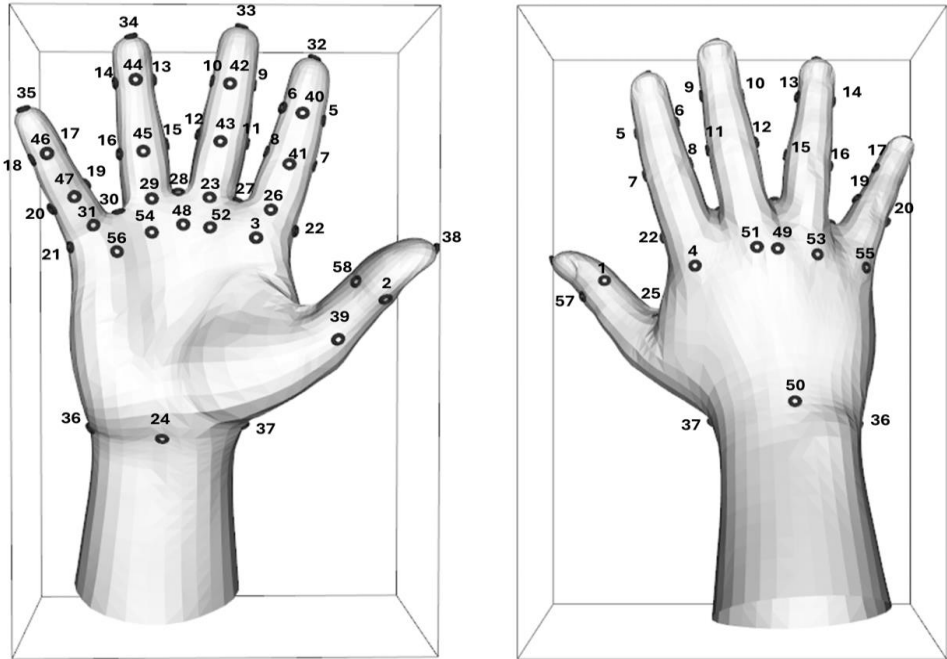
7. BIBLIOGRAFÍA

1. Bragança, S., Arezes, P., Carvalho, M., Ashdown, S. P., Castellucci, I., & Leão, C. P. (2018). A comparison of manual anthropometric measurements with Kinect-based scanned measurements in terms of precision and reliability. *Work*, 59(3), 325-339. <https://doi.org/10.3233/wor-182684>
2. Rincón Becerra, Ovidio & García-Acosta, Gabriel. (2015). Definición de dimensiones antropométricas en la construcción de guantes a partir de requerimientos de diseño. / Determining anthropometric dimensions for the production of gloves according to design requirements.. *Iconofacto* 1900-2785. 11. 125-140.
3. Bragança, S., Arezes, P., Carvalho, M., Ashdown, S. P., Xu, B., & Castellucci, I. (2017). Validation study of a Kinect based body imaging system. *Work*, 57(1), 9-21. <https://doi.org/10.3233/wor-172532>
4. Yang, Y., Zhou, H., Song, Y., & Vink, P. (2021). Identify dominant dimensions of 3D hand shapes using statistical shape model and deep neural network. *Applied Ergonomics/Applied Ergonomics*, 96, 103462. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103462>
5. Bravo, G., Bragança, S., Arezes, P., Molenbroek, J., & Castellucci, I. (2018). A literature review of anthropometric studies of school students for ergonomics purposes: Are accuracy, precision and reliability being considered? *Work*, 60(1), 3-17. <https://doi.org/10.3233/wor-182719>
6. Viviani, C., Arezes, P., Bragança, S., Molenbroek, J., Dianat, I., & Castellucci, I. (2018). Accuracy, precision and reliability in anthropometric surveys for ergonomics purposes in adult working populations: A literature review. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 65, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.01.012>
7. Daanen, H., & Psikuta, A. (2018b). 3D body scanning. En *Elsevier eBooks* (pp. 237-252). <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-101211-6.00010-0>
8. Kwon, O., Jung, K., You, H., & Kim, H. (2009). Determination of key dimensions for a glove sizing system by analyzing the relationships between hand dimensions. *Applied Ergonomics/Applied Ergonomics*, 40(4), 762-766. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.07.003>

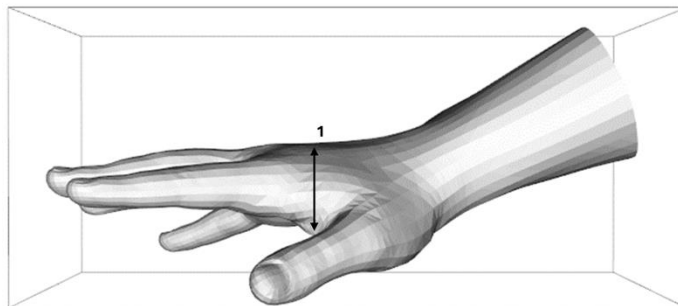
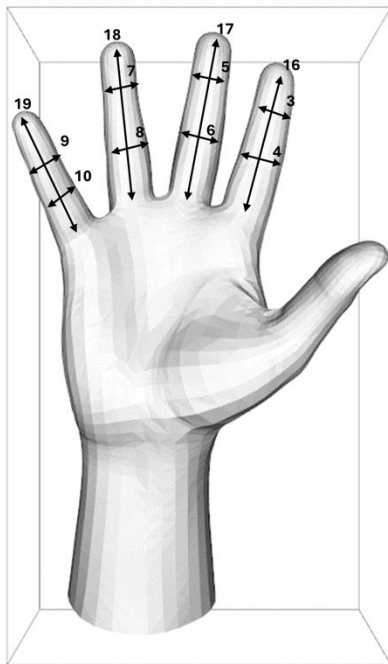
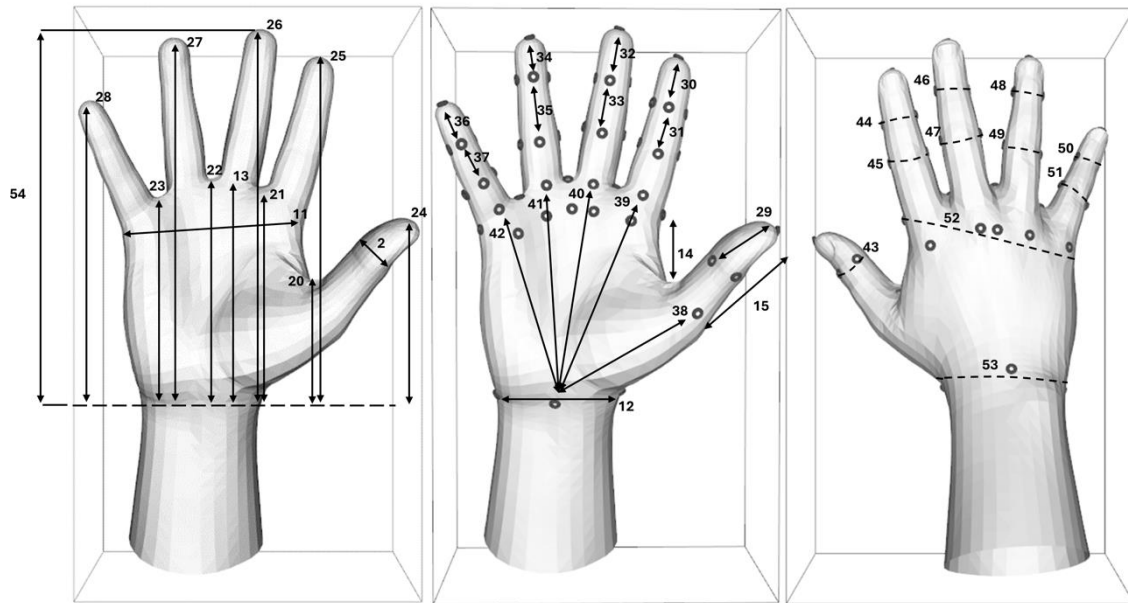
9. Kouchi, M., & Mochimaru, M. (2011). Errors in landmarking and the evaluation of the accuracy of traditional and 3D anthropometry. *Applied Ergonomics/Applied Ergonomics*, 42(3), 518-527. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.09.011>
10. Jee, S., & Yun, M. H. (2016). An anthropometric survey of Korean hand and hand shape types. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 53, 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.10.004>
11. Jee, S., Lee, Y., Lee, J. H., Park, S., Jin, B., & Yun, M. H. (2016). Anthropometric Classification of Human Hand Shapes in Korean Population. *Proceedings Of The Human Factors And Ergonomics Society Annual Meeting/Proceedings Of The Human Factors And Ergonomics Society . . . Annual Meeting*, 60(1), 1200-1204. <https://doi.org/10.1177/1541931213601281>
12. Hsiao, H., Whitestone, J., Kau, T., & Hildreth, B. (2015). Firefighter Hand Anthropometry and Structural Glove Sizing. *Human Factors*, 57(8), 1359-1377. <https://doi.org/10.1177/0018720815594933>
13. Yu, A., Yick, K. L., Ng, S. P., & Yip, J. (2013). 2D and 3D anatomical analyses of hand dimensions for custom-made gloves. *Applied Ergonomics/Applied Ergonomics*, 44(3), 381-392. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.10.001>
14. Bennett, K.A., & Osborne, (1986). Interobserver Measurement Reliability in Anthropometry. *Human Biology*, 58(5), 751–759. <http://www.jstor.org/stable/41463808>
15. Mandahawi, Nabeel & Obeidat, Mohammed & Altarazi, Safwan & Imrhan, Sheik. (2008). Body Anthropometry on a Sample of Jordanian Males. IIE Annual Conference and Expo 2008.
16. John F. Ready y Charles D. P. D. (2012). Laser Processing of Materials: Principles, Procedure and Industrial Application
17. Cornejo, P. A., & Villanueva, C. I. (2014). La Perspectiva de Género, Desafíos para la Ergonomía en Chile: Una Revisión Sistemática de Literatura. *Ciencia & Trabajo*, 16(49), 28-37. <https://doi.org/10.4067/s0718-24492014000100006>
18. Wignjosoebroto, A. (2008). Ergonomía y diseño de mobiliario. Editorial Universitaria.

8. ANEXOS

8.1 Anexo 1. Dimensiones y marcadores de manos consideradas



Marcadores en mano.



Dimensiones en mano.

TABLA 5. DIMENSIONES MARCADAS.

Dimensión	Descripción	Puntos Anatómicos
D1	Grosor de la mano (grosor máximo a través de los nudillos)	Nudillo 1: Del 3 al 4
		Nudillo 2: Del 51 al 52
		Nudillo 3: Del 53 al 54
		Nudillo 4: Del 55 al 56
D2	Ancho de la articulación interfalángica del dedo 1	De 1 a 2
D3	Ancho de la articulación interfalángica distal del dedo 2	De 6 a 5
D4	Anchura de la articulación interfalángica proximal del dedo 2	De 8 a 7
D5	Ancho de la articulación interfalángica distal del dedo 3	De 10 a 9
D6	Ancho de la articulación interfalángica proximal del dedo 3	De 12 a 11
D7	Ancho de la articulación interfalángica distal del dedo 4	De 14 a 13
D8	Ancho de la articulación interfalángica proximal del dígito 4	De 16 a 15
D9	Ancho de la articulación interfalángica distal del dedo 5	De 18 a 17
D10	Ancho de la articulación interfalángica proximal del dedo 5	De 20 a 19
D11	Anchura de la palma de la mano	Del 21 al 22
D12	Anchura de muñeca	De 36 a 37
D13	Longitud de la palma de la mano	De 23 a la línea de base del pliegue de la muñeca
D14	Longitud de la raíz del dedo índice a la raíz del pulgar	Del 22 al 25
D15	Longitud del dedo 1	De 38 a 39
D16	Longitud del dedo 2	Del 32 al 26
D17	Longitud del dedo 3	De 33 a 23
D18	Longitud del dedo 4	Del 34 al 29
D19	Longitud del dedo 5	De 35 a 31
D20	Altura de la hendidura interdigital del dedo 1	De 25 a la línea de base del pliegue de la muñeca
D21	Altura de la hendidura interdigital del dedo 2	De 27 a la línea de base del pliegue de la muñeca
D22	Altura de la hendidura interdigital del dedo 3	De 28 a la línea de base del pliegue de la muñeca
D23	Altura de la hendidura interdigital del dedo 4	De 30 a la línea de base del pliegue de la muñeca
D24	Altura del dedo 1	De 38 a la línea de base del pliegue de la muñeca

D25	Altura del dedo 2	De 32 a la línea de base del pliegue de la muñeca
D26	Altura del dedo 3	De 33 a la línea de base del pliegue de la muñeca
D27	Altura del dedo 4	De 34 a la línea de base del pliegue de la muñeca
D28	Altura del dedo 5	De 35 a la línea de base del pliegue de la muñeca
D29	Longitud del eslabón de la falange distal del dedo 1	De 38 a 2
D30	Longitud del eslabón de la falange distal del dedo 2	De 32 a 40
D31	Longitud del enlace de la falange medial del dedo 2	De 40 a 41
D32	Longitud del eslabón de la falange distal del dedo 3	De 33 a 42
D33	Longitud del enlace de la falange medial del dedo 3	De 42 a 43
D34	Longitud del enlace de la falange distal del dedo 4	De 34 a 44
D35	Longitud del enlace de la falange medial del dedo 4	De 44 a 45
D36	Longitud del eslabón de la falange distal del dedo 5	De 35 a 46
D37	Longitud del enlace de la falange medial del dedo 5	De 46 a 47
D38	Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del dedo 1	Del 24 al 39
D39	Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del dedo 2	Del 24 al 26
D40	Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del dedo 3	Del 24 al 23
D41	Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del dedo 4	Del 24 al 29
D42	Centro del pliegue de la muñeca hasta la raíz del dedo 5	Del 24 al 31
D43	Circunferencia de la articulación interfalángica del dedo 1	A través de 1, 57, 2, 58
D44	Circunferencia de la articulación interfalángica distal del dedo 2	A lo largo de 5, 6
D45	Circunferencia de la articulación interfalángica proximal del dedo 2	A lo largo de 7, 8
D46	Circunferencia de la articulación interfalángica distal del dedo 3	A lo largo de 9, 10
D47	Circunferencia de la articulación interfalángica proximal del dedo 3	A través de 12, 11

D48	Circunferencia de la articulación interfalángica distal del dedo 4	A través de 14, 13
D49	Circunferencia de la articulación interfalángica proximal del dedo 4	A través de 16, 15
D50	Circunferencia de la articulación interfalángica distal del dedo 5	A través de 18, 17
D51	Circunferencia proximal de la articulación interfalángica del dedo 5	A través de 20, 19
D52	Circunferencia de la mano	A través de 21, 48, 22, 49
D53	Circunferencia de la muñeca	A través de 36,24, 37,50
D54	Longitud de la mano	De 33 a la línea de base del pliegue de la muñeca

8.2 Anexo 2. Consentimiento informado



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Título del Proyecto:

Desarrollo de una base de datos antropométricos de cabeza, rostro y manos de trabajadores chilenos

Tipo de Proyecto:

Proyecto de Investigación Versión:001

Lugar en donde se realizará la investigación:

CET mutual de seguridad de la C.Ch.C Santiago y Viña del Mar

Nombre investigador principal:

Hector Ignacio Castellucci Irazoqui

Este formulario de consentimiento puede contener algunas palabras que usted probablemente no entienda. Por favor pida explicación a uno de los integrantes del grupo de investigación para que lo asesore. Antes de tomar la decisión de participar en la investigación, lea cuidadosamente este formulario de consentimiento y discuta cualquier inquietud que usted tenga con el investigador.

1. Usted ha sido invitado a participar en un proyecto de investigación cuyo investigador principal es el Kigo, Ignacio Castellucci, cuyo objetivo es: Generar una base de datos antropométricos y modelos digitales de los segmentos cabeza y mano de la población trabajadora nacional con el fin de facilitar el diseño de elementos de protección personal, considerando las diferencias de género y edad.
2. Las tablas antropométricas y los modelos digitales son un referente técnico para el diseño de productos y

Consentimiento Informado Aprobado por el Comité de Ética Científica de Mutual de Seguridad CChC
con fecha :06 de Abril del 2022
Versión :001



espacios de trabajo. El uso de las tablas antropométricas y modelos digitales permite que los elementos de protección personal (guantes, mascarillas, cascos, lentes, etc) sean adecuados a las medidas de los trabajadores, de esta manera se pueden prevenir lesiones y enfermedades.

3. ¿Qué debo hacer para participar? Si usted desea participar, firmando este documento, será evaluado antropométricamente, esto consiste en determinar las medidas de sus manos y cabeza/rostro. Esta evaluación requiere la marcación, con lápiz demográfico, de ciertos puntos anatómicos, posteriormente se toma una fotografía con un scanner 3d. algunas dimensiones son obtenidas con cinta métrica. La evaluación no durará más de 12 minutos y será realizada en una sala cerrada para mantener su privacidad. El equipo a realizar el procedimiento estará formado por profesionales entrenados en las diferentes técnicas

4. Su participación es **voluntaria**. Si usted **no quiere participar** en el estudio o decide **retirarse**, no se verá afectado en modo alguno en sus actividades laborales.

5. La evaluación antropométrica es un procedimiento que no presenta molestias o riesgos para la salud del participante. Usted no será sometido a otros procedimientos adicionales por participar en este estudio.

6. Los resultados de esta investigación permitirán, entre otras cosas, contar con una gran base de datos antropométricos y modelos digitales que pueden ser utilizadas en múltiples ámbitos tales como, diseño y fabricación de elementos de protección personal (guantes, mascarillas, cascos, lentes, respiradores, etc). De esta manera contaríamos con elementos diseñados para la población chilena, lo que permitirá tener lugares de trabajo más seguros.

7. Usted puede tener la completa seguridad, que en todo momento se mantendrá la confidencialidad de los datos de las medidas antropométricas. Su nombre no aparecerá en ningún informe del estudio, ni será revelado a ninguna persona. Por último, los modelos digitales no permitirán identificar a una persona específica.

Consentimiento Informado Aprobado por el Comité de Ética Científica de Mutua de Seguridad CCHC
con fecha :06 de Abril del 2022
Versión :001



8. Si tiene alguna duda puede contactar a Ilgo. Ignacio Castellucci, RUT: 14.579.313-0, Fono: 954123829 y Email: hector.castellucci@uv.cl

9. La investigación y el presente consentimiento informado ha sido aprobado por el Comité de Ética Científico de Mutual de Seguridad C.Ch.C. cuyo contacto es: cec@mutual.cl Fono: 27879414

He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera mi cuidado médico u de otro tipo.

Nombre del participante: :

Fecha:

Firma:

Nombre de quien toma el consentimiento informado :

Firma

Nombre del Director del Centro o quién este delegue la firma:

Firma

Consentimiento Informado Aprobado por el Comité de Ética Científico de Mutual de Seguridad CChC
con fecha :06 de Abril del 2022
Versión :001

Dr. Pablo Salazar T.
Presidente
Comité de Ética Científico
Mutual de Seguridad CChC

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

<i>Tabla 1. VARIABLES.</i>	14
<i>Tabla 2. MUESTRA ESTIMADA Y MUESTRA REAL OBTENIDA.</i>	22
<i>Tabla 3. DATOS ANTROPOMÉTRICOS DE MANOS POR SEXO.</i>	23
<i>Tabla 4. DATOS ANTROPOMÉTRICOS TRIDIMENSIONALES DE MANOS POR EDAD.</i>	27
<i>Tabla 5. DIMENSIONES MARCADAS.</i>	39
<i>FIGURA 1. SCANNER 3DMD, MODELO CRANIAL4 SYSTEM.</i>	17
<i>FIGURA 2. ELEMENTOS PARA EL PROCESO DE EVALUACIÓN.</i>	17
<i>FIGURA 3. IMAGENES CON MARCACION VIRTUAL DE 58 PNTOS DE REFERENCIA.</i>	18
<i>FIGURA 4. PROCEDIMIENTO WRAP, PARA EL RELLENADO DEL OBJETO Y LA CORRECCION DE FALLAS EN LA SUPERFICIE TRIDIMENSIONAL DE LA MANO.</i>	19
<i>FIGURA 5. DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS DE MANOS OBTENIDAS DE MANERA 3D.</i>	20