Universidad de Valparaíso
Escuela de Kinesiología
Facultad de Medicina

Magíster en Ergonomía y Factores Humanos

“DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS ANTROPOMÉTRICOS DE CABEZA Y ROSTRO DE TRABAJADORES CHILENOS”

TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN ERGONOMÍA Y FACTORES HUMANOS

AUTOR: ROBERTO CARLOS CAMBERES MONTECINOS

PROFESOR GUÍA: IGNACIO CASTELLUCCI IRAZOQUI
Klgo, MSc, PhD.

Escuela de Kinesiología
Facultad de Medicina
Universidad de Valparaíso

Valparaíso-Chile

2024

Tabla de contenido

Resumen ejecutivo 3
1 INTRODUCCIÓN 4
2 MARCO TEÓRICO 5
2.1 Recolección de datos 1D y 3D 5
2.2 Aplicación en elementos de protección 6
2.3 Datos nacionales y diferencias de sexo 6
3 OBJETIVOS 9
3.1 Objetivo general 9
3.2 Objetivos específicos 9
4 METODOLOGÍA 9
4.1 Muestra 9
4.2 Instrumentos utilizados 10
4.3 Procedimiento previo a la recolección de datos 11
4.4 Recolección de datos 12
4.5 Procesamiento de imágenes 14
4.6 Análisis estadístico 17
5 RESULTADOS 18
5.1 Muestra real 18
5.2 Base de datos antropométricas: Cabeza / rostro 20
5.3 Diferencias por edad 21
6 DISCUSIÓN 22
6.1 Caracterización de la muestra y demografía nacional 22
6.2 Implicaciones del género en la antropometría de cabeza y rostro 22
7 CONCLUSIÓN 24
8 BIBLIOGRAFÍA 25
9 ANEXOS 27
9.1 Anexo 1. Consentimiento informado 27
9.2 Anexo 2. Instrumentos de medición manual 30
9.3 Anexo 3. Puntos de referencia anatómicos - ISO/TS 16976-2:2015(E) 31
9.4 Anexo 4. Equipo de escaneo 3DMD 33
9.5 Anexo 5. Dimensiones de cabeza/rostro consideradas 34
9.6 Anexo 6. Resultados de cabeza/rostro detallados de los Grupos 37

Resumen ejecutivo

La antropometría es esencial para el diseño de ropa, equipos y elementos de protección personal, aplicándose en ergonomía y diseño de puestos de trabajo. Los datos 3D proporcionan mayor detalle y versatilidad, mejorando la funcionalidad, comodidad y seguridad de productos como máscaras y cascos. Los equipos de protección respiratoria (EPR), como los respiradores, son cruciales para evitar contaminantes en el aire, pero su eficacia depende de un ajuste adecuado a la cara del usuario. Este ajuste se ve influenciado por factores como el tamaño y forma de la cabeza, diseño del respirador y las actividades laborales. Las dimensiones faciales varían según etnia, sexo y edad. Durante la pandemia de COVID-19, se identificaron problemas de ajuste en los EPR, especialmente en mujeres y usuarios de lentes ópticos, sugiriendo que el género podría influir en el ajuste del EPR. Los datos actuales en Chile no permiten determinar con precisión los tamaños de EPR adecuados. Por ello, se propone generar una base de datos antropométricos de cabeza y rostro de la población trabajadora nacional, con el fin de facilitar el diseño de elementos de protección personal, considerando las diferencias de género y edad.

Se realizó un estudio descriptivo transversal entre noviembre de 2023 y marzo de 2024, donde la muestra real fue superior a lo estimado, con más de 2000 trabajadores voluntarios. Para evaluar las dimensiones de cabeza y rostro se utilizó un scanner facial 3D, lo que permitió evaluar una gran cantidad de trabajadores en comparación con la antropometría tradicional. Esto resultó en el estudio antropométrico de cabeza y rostro más amplio a la fecha sobre la población trabajadora nacional. Se obtuvieron 21 dimensiones (16 digitales y 4 manuales), las cuales fueron comparadas por grupos etarios y género. Los resultados indican que los hombres tienen dimensiones mayores que las mujeres en todas las medidas de cabeza y rostro. Estos resultados son consistentes con datos obtenidos en estudios previos. Se recomienda utilizar las dimensiones incluidas en el informe para diseños más específicos y seguros, con la finalidad de mejorar el ajuste de los EPR de la población trabajadora nacional

Palabras claves: EPP, antropometría, cabeza y rostro, 3D

1 INTRODUCCIÓN

La antropometría se encarga de estudiar las medidas y proporciones del cuerpo humano, es un pilar fundamental en la ergonomía y la seguridad laboral. Al comprender la diversidad de tamaños, formas y capacidades humanas, podemos diseñar entornos de trabajo, herramientas y equipos que no solo se ajusten a los usuarios, sino que también prevengan lesiones y accidentes. Este enfoque centrado en el ser humano es esencial para crear un ambiente seguro y productivo donde cada individuo pueda desempeñarse al máximo de sus capacidades. En el contexto de los trabajadores chilenos es importante considerar las características y diversidad de la población, además de tener en cuenta a la población migrante que se ha incorporado a la fuerza laboral. Chile cuenta con una amplia gama de sectores laborales, tales como la minería, agricultura, industrias manufactureras, servicios, entre otras. Por lo tanto, es de importancia contar con una base de datos antropométricos que represente a la población trabajadora chilena permitiendo adaptar las medidas de protección específicas para cada sector.

La relevancia del estudio radica en su objetivo de generar una base de datos antropométricos de cabeza y rostro de la población trabajadora nacional. Esta información permitirá comprender mejor la necesidad de desarrollar elementos de protección personal, como es el caso de los respiradores, esto se traduciría en implementos mejor adaptados a las dimensiones faciales de los trabajadores nacionales.

La motivación se basa en el interés del área propiamente tal y la curiosidad de aprender nuevas formas de mediciones (como lo es el 3D), además de aceptar la invitación a participar en una investigación en un contexto real, donde unos de los principales desafíos fue captar el gran número de voluntarios dispuestos a colaborar en el proyecto con la finalidad de tener un panorama real de las dimensiones de cabeza y rostro, ya que esta información precisa y actualizada permitirá mejorar el diseño de los elementos de protección personal de los trabajadores chilenos. Además, permitirá conocer si existen diferencias entre género y distintos grupos etarios, lo cual podría repercutir en el ajuste de los elementos de protección personal.

El desarrollo de la investigación se realizó desde noviembre de 2023 hasta marzo de 2024 en las dependencias del hospital clínico de Mutual de Seguridad en la ciudad de Santiago de Chile, lugar donde se recolectaron las medidas antropométricas de la población trabajadora.

2 MARCO TEÓRICO

La antropometría proviene del griego “*antropo*” (ser humano) y “*metron*” (medida). Esta disciplina abarca diversas medidas del cuerpo humano, como el peso, estatura, longitudes y anchos, pliegues cutáneos y circunferencias, entre otras. Es fundamental para el diseño de ropa, equipos o elementos de protección personal, adaptando objetos para que se ajusten a las dimensiones de sus usuarios finales. Además, se aplica tanto para estudiar las dimensiones estáticas como dinámicas del cuerpo humano, las cuales pueden variar según etnia, edad y sexo. Esta información es esencial para la ergonomía y el diseño de puestos de trabajo(Lescay et al., 2017).

La antropometría tradicional se basa en medidas que incluyen distancias lineales entre puntos de referencia anatómicos y valores de circunferencia en lugares predefinidos, no obstante, estas mediciones proporcionan información limitada sobre la forma del cuerpo humano (Azouz et al., 2006)

2.1 Recolección de datos 1D y 3D

A pesar de la variedad de herramientas antropométricas disponibles, los diseñadores suelen utilizar información antropométrica tradicional (1D) debido a su familiaridad, facilidad de uso y rentabilidad. Sin embargo, esta información no proporciona suficiente detalle para la mayoría de los problemas de diseño, especialmente en productos portables. Los datos antropométricos 3D ofrecen grandes oportunidades cuando se necesita información detallada de la forma del cuerpo humano. Estos datos son convertibles a diferentes formatos, lo que permite importar un escaneo 3D en programas de diseño asistido por computadora. De esta manera, los diseñadores pueden integrar fácilmente la información antropométrica 3D en su proceso de diseño. Los rápidos desarrollos en el campo de las tecnologías de escaneo e impresión 3D han resultado en un cambio de paradigma (Goto, 2023). La incorporación de datos antropométricos 3D en el desarrollo de productos puede resultar en productos más adaptados al cuerpo humano, mejorando así su funcionalidad, comodidad y seguridad. Esta adaptación es crucial para productos que interactúan con la cabeza y la cara, como máscaras de oxígeno, cascos y gafas (Goto et al., 2013)

Con el progreso tecnológico, es factible elaborar imágenes 3D de alta resolución mediante la utilización de escáneres faciales. Se sigue un procedimiento de dos procedimientos para generar una representación tridimensional de un individuo. En primer lugar, se procede a capturar los datos de la estructura facial del paciente mediante la transformación de los datos faciales en coordenadas tridimensionales (x, y, z) Seguidamente, se aplica la información de textura de color a estos datos de la siguiente

manera. Las tecnologías empleadas para producir imágenes 3D son láseres, luz estructurada y fotogrametría estereoscópica, tanto activa como pasiva (Liu et al., 2021)

2.2 Aplicación en elementos de protección

Los equipos de protección respiratoria (EPR), como los respiradores, son cruciales para evitar contaminantes en el aire. Su efectividad depende de un ajuste adecuado al tamaño y forma de la cara del usuario. De lo contrario, los contaminantes podrían afectar el sistema respiratorio y poner en peligro sus vidas. La correcta adaptación de un respirador está determinada por varios factores, incluido el tamaño de la cabeza y la cara del usuario, el diseño del respirador y las actividades que realiza en su trabajo. Se ha demostrado que las dimensiones faciales en relación con el diseño del respirador son relevantes para para el ajuste de los respiradores. Además, estas dimensiones varían según el origen étnico, el sexo, la edad, el índice de masa corporal (IMC) y la ubicación geográfica (Yin Cheng et al., 2022)

Los equipos de protección respiratoria (EPR) deben ajustarse adecuadamente a la cara del usuario para garantizar su eficacia. Factores como la fisionomía y características individuales pueden afectar la hermeticidad del equipo. Las pruebas de ajuste son esenciales para determinar si el modelo, talla y marca del EPR proporcionan un sello efectivo, evitando la entrada de contaminantes. La protección solo es efectiva si la máscara sella correctamente. Condiciones como cicatrices, dentaduras, cambios significativos de peso, huesos prominentes en las mejillas y barba pueden alterar el ajuste de la máscara (Instituto de Salud Pública de Chile, 2018).

En un estudio reciente, se encuestó al personal de la salud que trabajó durante la pandemia COVID-19 donde se identificaron problemas relacionados con el uso de elementos de protección personal (como lentes, mascarillas, guantes, entre otros). Las principales dificultades estuvieron relacionadas con el ajuste de mascarillas y gafas de seguridad, con un impacto mayor en mujeres y personas que utilizaban lentes ópticos (Hignett et al., 2021). Esto abre la interrogante si el género es un factor determinante al momento de utilizar EPP y, por ende, generar problemas en el ajuste.

2.3 Datos nacionales y diferencias de sexo

Se han realizados diversos estudios los cuales buscan estudiar las variables que afectan en el ajuste de estos. Un estudio en población de los Estados Unidos reportó diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones antropométricas faciales ($p < 0,05$) entre hombres y mujeres, todos los grupos raciales/étnicos y los sujetos que tenían al menos 45 años en comparación con los trabajadores de entre 18 y 29 años. Estos hallazgos podrían ser importantes para el diseño y la fabricación de respiradores, así

como para los empleadores quienes son los responsables de suministrar equipos de protección respiratoria a sus trabajadores (Zhuang et al., 2010).

Mientras que un estudio realizado en población china analizó la relación entre el ajuste de un respirador y las dimensiones faciales, los resultados mostraron diferencias significativas en las tasas de aprobación entre distintos modelos y se identificaron la longitud morfológica facial y el arco bitragion-submandibular como factores influyentes en el ajuste del respirador. Sin embargo, en las pruebas de ajusten realizadas en cuatro modelos de respiradores solo en uno obtuvieron diferencias significativas. Por lo que, los autores infieren que el efecto del género sobre las características faciales no juega un papel importante en el ajuste del respirador(Zhang et al., 2020).

En el contexto nacional, la legislación chilena establece mediante el Decreto Supremo N° 594 del Ministerio de Salud las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. En relación con los EPP, el artículo 53 de este decreto especifica que "*El empleador debe proporcionar a sus trabajadores, sin costo alguno, los EPP adecuados al riesgo a cubrir*"(Ministerio de Salud, 1999). Mientras que, la ley 16.744 establece el marco general para la prevención de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, obligando a los empleadores a tomar medidas preventivas y a proporcionar un seguro social contra estos riesgos. La ley también define las responsabilidades de los empleadores en cuanto a la protección de sus trabajadores y en su artículo 68 establece que, "*el empleador debe proporcionar a sus trabajadores, los equipos e implementos de protección necesarios, no pudiendo en caso alguno cobrarles su valor*" (Ministerio del Trabajo y Previsión Social, 1968).

Bajo este contexto, nuestro país tiene una producción industrial limitada, ya que su economía se basa principalmente en la minería y la agricultura. Muchos productos para los trabajadores chilenos (como los EPP) se fabrican en el extranjero, especialmente en China y Europa, y luego se importan. Esto puede resultar en un desajuste significativo entre los productos y las dimensiones faciales de los trabajadores chilenos (Rodríguez et al., 2020).

Por lo que, para tener un diseño efectivo, es fundamental entender el contexto de uso del producto y conocer a los futuros usuarios finales. Se debe utilizar cualquier base de datos antropométrica existente para obtener información para el diseño. Si no hay una base de datos para la población de usuarios finales, las dimensiones deben diseñarse considerando a los usuarios finales o extrapolándose de otras poblaciones (Castellucci et al., 2019).

Los datos antropométricos disponibles actualmente en Chile no permiten determinar con alta precisión el tamaño de EPP de uso habitual (Castellucci et al., 2019; Rodríguez et al., 2020). Como solución a la problemática presentada anteriormente, se pretende a través del primer estudio antropométrico 3D de la población trabajadora chilena, generar una base de datos actualizada de dimensiones antropométricas de cabeza y rostro.

3 OBJETIVOS

A continuación, se presentan los objetivos formulados.

3.1 Objetivo general

Generar una base de datos antropométricos de cabeza y rostro de la población trabajadora nacional con el fin de facilitar el diseño de elementos de protección personal, considerando las diferencias de género y edad.

3.2 Objetivos específicos

- Definir las dimensiones antropométricas para el desarrollo de EPP (casco y protectores respiratorios).
- Determinar las diferencias antropométricas por género y edad.

4 METODOLOGÍA

4.1 Muestra

Tipo de estudio: descriptivo transversal

Población: trabajadores chilenos, usuarios o potenciales usuarios de EPP (anteojos, antiparras, pantallas faciales, EPR, casco, etc), entre los 18 y 85 años, hombres y mujeres.

Cálculo: para determinar la muestra se utilizará los principios definidos en la ISO 15535:2012 (ISO, 2012) y utilizada ampliamente por diferentes autores en el área de la protección respiratoria (Du et al. 2008; Lee et al. 2013; Zhuang y Bradtmiller 2005) y antropometría en general (Castellucci et al., 2016; Syuaib, 2015). El diseño consiste en aplicar un muestreo estratificado, donde los estratos son de igual tamaño con el fin de que se pueda diseñar utilizando de forma confiable los percentiles 5 y 95, lo que es fundamental para la aplicación de la antropometría en el diseño de productos, cómo es el caso de los EPP. Para este estudio los estratos serán determinados en función de los factores género (2: masculino y femenino) y rango de edad (3: 18–35, 36–53, 54–85). Se consideró 3 grupos de edad tal como lo recomienda en la ISO 15535:2012 y lo utilizado por Zhuang y Bradtmiller (2005) para la obtención de los datos de la población Estadunidense. Es importante destacar que el último grupo de edad supera la edad de jubilación teórica (60 mujeres y 65 hombres), esto se hizo ya que Chile se encuentra en tercer lugar entre los países pertenecientes a la OCDE con edades de jubilación efectiva más alta con 71,3 y 67,7 años para hombres y mujeres, respectivamente (OECD, 2017) Principalmente por un tema de costo, la muestra pertenecerá a las Regiones

Metropolitana y de Valparaíso. Si bien esto puede ser considerado una limitación de este proyecto, en un estudio de antropometría escolar se demostró que no existían diferencias significativas en las medidas antropométricas de los alumnos de 6 regiones del país I, III, V, VIII, IX y RM (UNESCO, 2001).Además, se puede agregar que históricamente Chile ha tenido una etnia bastante homogénea, compuesta por poblaciones españolas y amerindias, como lo confirma el primer (y único) estudio genético nacional (Chilegenomico, 2015) que no encontró diferencias étnicas entre 3200 chilenos de ocho ciudades del norte, centro y sur del país.

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Mutual de Seguridad de la C.CH.C. Todos los participantes fueron informados del procedimiento, además de leer y firmar el consentimiento informado (anexo 1) previo a la toma de datos. Se excluyeron del estudio a personas que tuvieran alguna malformación facial y/o algún tipo de lesión (con vendaje) que imposibilitara el marcaje de puntos de referencia faciales y, por ende, la captura de imagen 3D. El estudio se contextualiza en la realización del proyecto de investigación SUSESO – 2021 a cargo del investigador principal kinesiólogo Ignacio Castellucci I.

4.2 Instrumentos utilizados

Para las mediciones manuales se utilizaron los siguientes instrumentos, las circunferencias corporales fueron medidas a través de cinta métrica metálica (Rosscraft ®), mientras que para la medición del peso y la estatura de los sujetos se utilizó una báscula de columna mecánica con estadiómetro (Detecto ®). Durante toda la recolección de datos se utilizaron los mismos elementos de medición (anexo 2).

Figura 1 Scanner 3dMD, modelo cranial4 System

Figura 2 Elementos para el proceso de evaluación

Respecto a la toma de fotografías se utilizó el sistema facial 3DMD ® (3DMD Inc, Atlanta, Georgia) para obtener imágenes 3D de los sujetos. Este sistema se basa en una combinación de fotogrametría estéreo (técnica que emplea la geometría de dos o más imágenes de la misma área, capturadas desde diferentes ángulos, para obtener información tridimensional) y luz estructurada. 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 flash).

Los archivos 3D obtenidos representan la geometría capturada en un espacio tridimensional en formato wavefront (.obj), incluyendo la posición de cada punto en el espacio, sus vértices (vertex) y las coordenadas de la textura.
Para el marcaje se utilizaron autoadhesivos verdes, y una malla color blanca para la contención del cabello. Finalmente, la información de cada participante (datos de identificación y medidas manuales) se registraron a través del software de hojas de cálculo Microsoft Excel.

4.3 Procedimiento previo a la recolección de datos

El equipo encargado de la recopilación de datos estuvo compuesto por tres kinesiólogos, el proceso de entrenamiento se realizó durante 4 días en el Centro de Estudio del Trabajo y Factores Humanos de las Universidad de Valparaíso. El grupo pasó por un entrenamiento teórico práctico que contemplo los aspectos a la captura de dimensiones 3D y manuales. Se hizo principal hincapié en el proceso de marcado y aspectos éticos de la captura de datos.

En cuanto a las funciones desempeñadas por el equipo, se dividen en tres roles:

Tabla 1 Equipo de evaluación

Rol	Función
Evaluador*	Encargado de realizar las marcas con autoadhesivos verdes y tomar las medidas antropométricas manuales, pronunciando en voz alta el valor de cada dimensión.
Evaluador 3D	Su función es registrar los datos demográficos de los participantes, dictar en sentido secuencial las medidas manuales a tomar, manejar el scanner 3D y anotar en el computador las medidas manuales.
Apoyo*	Gestiona y organiza la entrada y salida de las/os trabajadoras/es al lugar de la medición, y además se encarga de la distribución del consentimiento informado.

**Estas dos personas invierten su rol durante la jornada de trabajo*

4.4 Recolección de datos

El proceso de evaluación de datos se llevó a cabo, entre noviembre del 2023 y marzo del 2024, en dependencias del hospital clínico de Mutual de Seguridad en la ciudad de Santiago de Chile. Todos los trabajadores que consintieron participar en el estudio, firmando el consentimiento informado (Anexo 1), se les realizó los siguientes pasos:

1. Al inicio de cada jornada de evaluación se realizó se llevó a cabo la calibración utilizando el software 3DMDface, se llevó a cabo la calibración utilizando el software “3DMD acquisition”. Durante este proceso, se posicionó una placa de calibración con puntos y una “T” invertida en una dirección específica para permitir el ajuste de la imagen y la alineación entre las dos unidades modulares (anexo 4). Este paso fue repetido durante la jornada según necesidad del equipo de evaluación para asegurar la calidad da las imágenes.
2. Recolección en archivo Excel de los siguientes datos personales: Nombre, Rut, Nacionalidad, Nivel de Educación, Profesión, Sector de Actividad, Sexo y Fecha de Nacimiento
3. Medición Manual de las siguientes dimensiones antropométricas:

Tabla 2 Medidas antropométricas manuales

Medidas Antropométricas	Definición	Diagrama
Peso	Masa total del cuerpo. El sujeto se encuentra en el centro de la plataforma mirando al frente. Los talones están juntos y el peso se distribuye uniformemente en ambos pies.	*No aplica*
Estatura	Determinada como la distancia vertical entre el suelo y la parte más alta de la cabeza, medida con el sujeto en posición erecta y cabeza en el plano de Frankfurt.	
Perímetro Cuello	Medido inmediatamente por debajo de la prominencia del cartílago tiroideo con la cinta perpendicular al eje longitudinal del cuello.	
Perímetro Cabeza	Medido a nivel inmediatamente superior de la Glabella con la cinta perpendicular al eje largo de la cabeza	

4. Antes de la captura 3D, a cada sujeto se le colocó un gorro especial para contener el cabello. Además, a cada sujeto se le colocaron 28 autoadhesivos en cabeza /rostro de acuerdo con los puntos de referencia antropométricos indicados en norma ISO 16976-2 (anexo 3). Este proceso es de gran importancia para el marcado virtual y la posterior obtención de las dimensiones de cabeza y rostro. (Ver figura 3)

Figura 1 Imágenes tridimensionales capturadas con equipo 3dMD

5. Posteriormente, el sujeto se sentó en el banco, manteniendo el plano de Frankfurt cerrando la boca y mirando hacia al frente, para obtener las imágenes de cabeza y rostro (Figura 4).
6. Por último, se retiraron todos los autoadhesivos y el gorro a cada sujeto

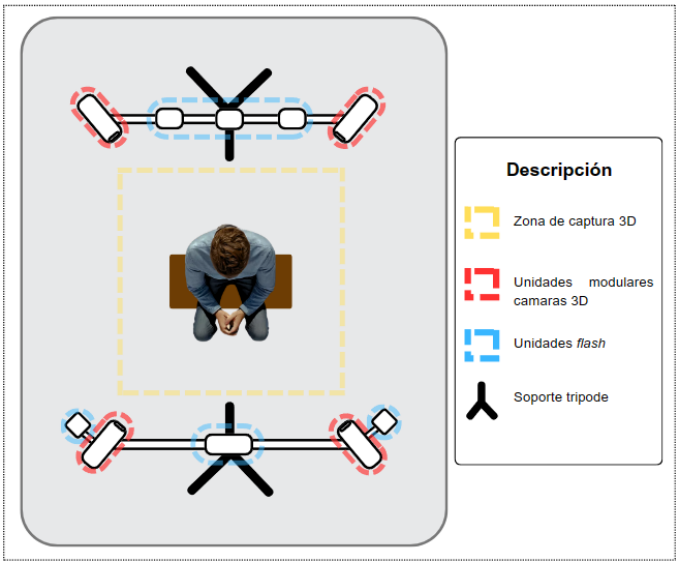


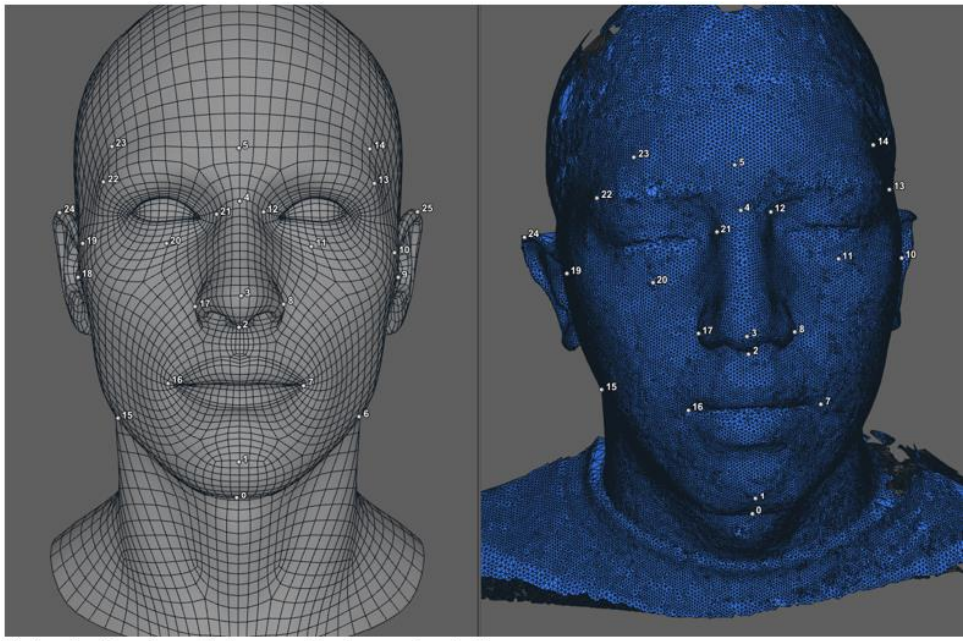
Figura 2 Disposición para la captura de imágenes de cabeza/rostro

4.5 Procesamiento de imágenes

A continuación, se presentan las fases del procesamiento de las imágenes una vez obtenida la captura 3D de la cabeza/rostro de los participantes.

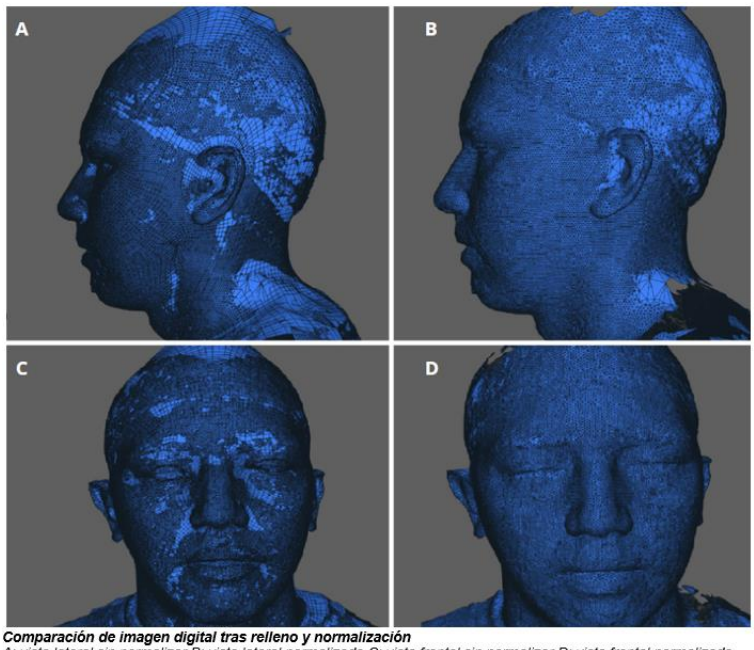
1. Marcaje de puntos digitales de referencia faciales:
   - A través de un algoritmo escrito en lenguaje Python para realizar el marcaje digital de los 24 puntos de referencia anatómicos faciales (figura 5). Adicionalmente se marcado otros 2 puntos correspondientes a la oreja
   - Luego, se exportaron estos puntos a un archivo de valores separados por coma (.csv) para su posterior procesamiento.

Figura 3 Puntos de referencia antropométricos considerados en este estudio



Puntos de referencia anatómicos considerados en este estudio:
0. Mentón 1. Promentale 2. Subnalsale 3. Pronasale 4. Sellion 5. Glabella 6. Gonion izquierdo 7. Cheilion izquierdo 8. Alare izquierdo 9. Zygion izquierdo 10. Tragion izquierdo 11. Infraorbitale izquierdo 12. Raiz nasal (Dacryon) izquierdo 13. Zygofrontale izquierdo 14. Frontotemporal 15. Gonion derecho 16. Cheilion derecho 17. Alare derecho 18. Zygion derecho 19. Tragion derecho 20. Infraorbitale derecho 21. Raiz nasal (Dacryon) derecho 22. Zygofrontale derecho 23. Frontotemporal derecho 24. Helix derecho 25. Helix izquierdo

2. Conversión a formato de objeto con atributos JSON:
    - A partir del archivo .csv, se realizó una conversión para transformar los puntos de referencia en un formato de objeto que incluye atributos de tipo json. Esto nos permitió estructurar y organizar la información.
3. Relleno y normalización de objetos de superficie:
    - Se utilizó el software Faceform WRAP, el cual permite, a partir de una superficie digital conocida, transformar la superficie objetivo y rellenar los huecos en datos que esta pueda tener.
    - Posterior a ello, se realizó un proceso de normalización de las superficies de cabeza escaneadas, el cual consiste en normalizar y redistribuir las distancias entre vértices del objeto tridimensional (figura 6).

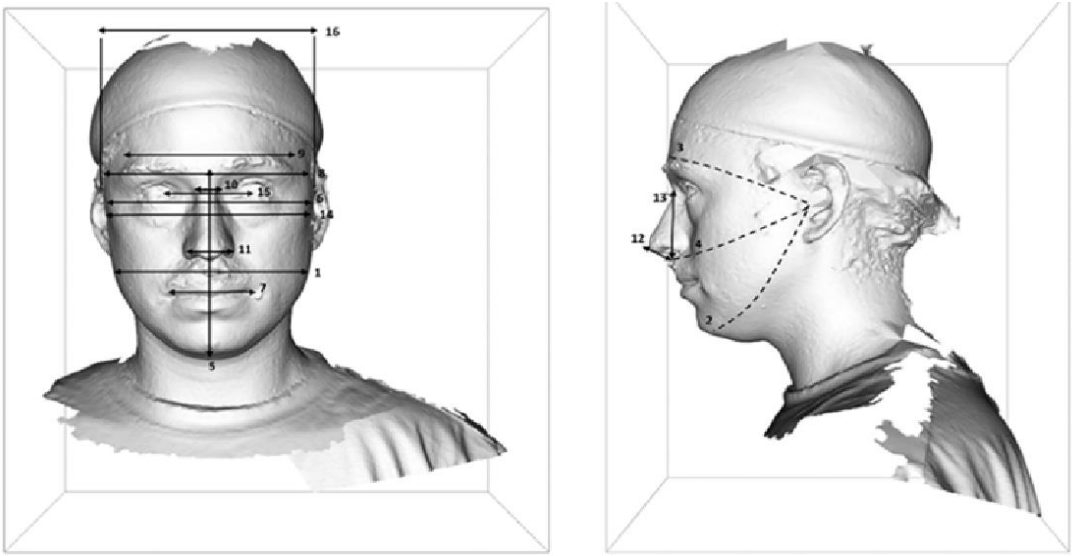


Comparación de imagen digital tras relleno y normalización
A: vista lateral sin normalizar B: vista lateral normalizada C: vista frontal sin normalizar D: vista frontal normalizada

Figura 4 Relleno y normalización de objetos de superficie

4. Finalmente, una vez normalizada la superficie del sujeto voluntario objetivo, se calculan 16 dimensiones antropométricas deseadas basadas en matemática vectorial y geometría diferencial para las medidas lineales y de curvaturas respectivamente (Ver figura 7)

Figura 5 Dimensiones antropométricas del cabeza/rostro obtenidas de manera 3d



1. Ancho Bigonial; 2. Arco Bitrago-Mentón; 3. Arco Bitrago-frontal; 4. Arco Bitrago-subnasal; 5. Largo Cara (longitud mentón-sellion); 6. Ancho cara; 7. Largo Labios; 8. Ancho Máximo Frontal; 9. Ancho Mínimo Frontal; 10. Anchura de la raíz nasal; 11. Ancho de la Nariz; 12. Protrusión nasal;13. Longitud subnasal-sellion; 14. Ancho Bitrago; 15. Distancia interpupilar; 16. Ancho de cabeza

4.6 Análisis estadístico

En primer lugar, se realizó una prueba estadística para determinar si la distribución de los datos para cada variable resultaba de tipo Gaussiana (normal), mediante una versión simplificada de la prueba de Shapiro-Wilk denominada Shapiro-Francia, la cual se recomienda utilizar para un tamaño muestral superior a los 2000 datos por variable (Manual de Referencia, STATA 18).

El análisis de bivariado para las variables de Sexo, comparando “Femenino” vs “Masculino”; Nacionalidad, comparando nacionalidad “Chilena” versus “Otra”; y Sector Industrial, comparando “White Collar” versus “Blue Collar” se realizó mediante el test estadístico de Mann–Whitney–Wilcoxon (Wilcoxon rank-sum test) dada la distribución no normal de los datos. Mientras que para el análisis de las variables Nivel de educación, donde se compararon los niveles “Básica Incompleta”, “Básica Completa”, “Media Completa”, “Técnica Completa”, y “Universitaria Completa”; y Edad, comparando los grupos etarios “18-35”, “36-53”, y “54-85”, se compararon las varianzas de manera no-paramétrica mediante el test de Kruskal-Wallis. Luego, se realizaron la misma batería de pruebas estadísticas para el análisis de las variables para cada sexo individualmente. Todos los test estadísticos fueron realizados mediante software STATA 18.

La significación estadística se estableció en el punto de corte convencional de $p < 0,05$ (en tabla se utilizó el formato APA: valor p con un asterisco (*) $p < 0,05$; valor p con dos asteriscos (**) $p < 0,01$; valor p con tres asteriscos (***) $p < 0,001$).

5 RESULTADOS

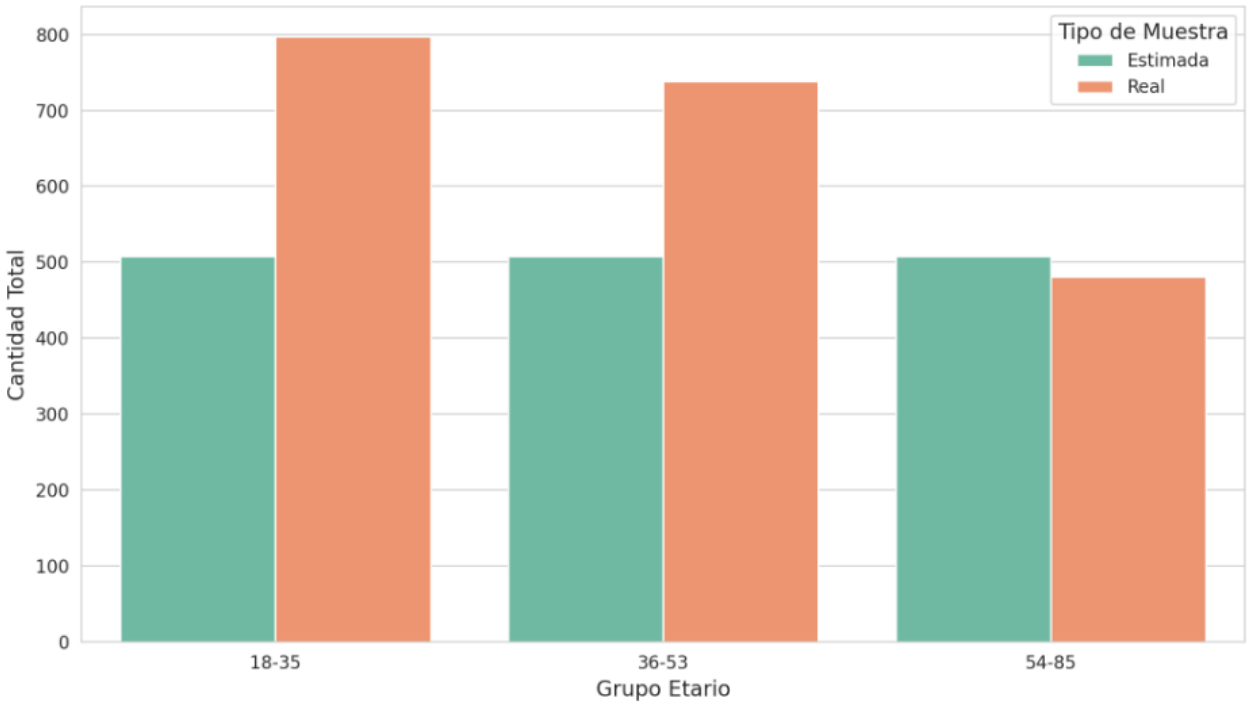
5.1 Muestra real

A continuación, se presenta la tabla 3 que permite observar la característica de la muestra obtenida. En la tabla 3 se puede observar que la muestra real es superior a la estimada tanto para cabeza y rostro en ambos grupos de menor grupos etarios (18-35 y 36-53), mientras que para el último grupo etario la muestra fue levemente menor de lo estimado, esto se aprecia de mejor forma en la figura 8, donde se observa la comparación del estimado versus el real en conjunto (femenino y masculino).

Tabla 3 Muestra estimada y muestra real obtenida

Grupo etario	Cabeza/rostro			
	Estimada (1.524)		Real (2.014)	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
18–35	254	254	409	383
36–53	254	254	405	333
54–85	254	254	243	238
TOTAL	**762**	**762**	**1057**	**954**

Figura 6 Tamaño de muestra estimados vs reales por grupo de edad y género

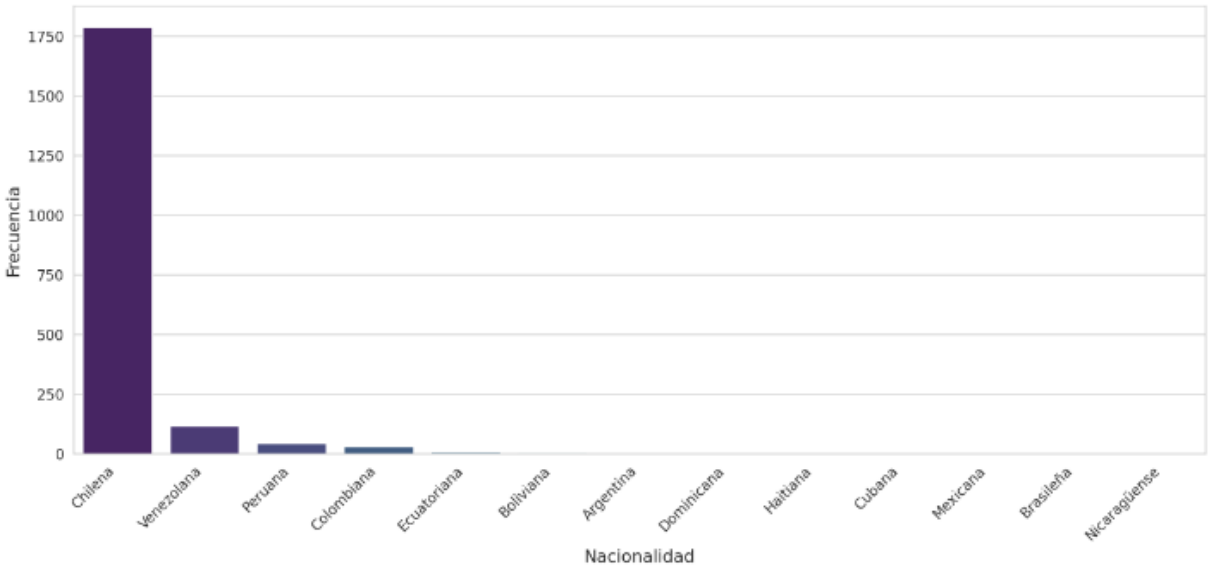


En relación con la Nacionalidad, en la tabla 4 se puede determinar que un 88,77% de la muestra es de nacionalidad Chilena y un 11,23% es de otra nacionalidad, siendo la Venezolana la de mayor frecuencia, seguido de la Peruana (equivalente a un 5,86% y 2,24% respectivamente de la muestra).

Tabla 4 Datos generales de la muestra

Nacionalidad	Cantidad	Femenino	Masculino	Edad (media)	Estatura (media)	Peso (media)
Argentina	4	2	2	34.96	1642.5	76.63
Boliviana	5	2	3	38.49	1666.0	76.6
Brasileña	1	1	0	21.45	1680.0	60.00
Chilena	1788	941	847	42.73	1639.5	79.89
Colombiana	32	14	18	39.62	1657.8	80.60
Cubana	2	1	1	43.61	1715.0	79.75
Dominicana	4	4	0	38.09	1652.5	84.38
Ecuatoriana	9	4	5	39.60	1625.0	69.91
Haitiana	3	1	2	37.21	1600.0	70.70
Nicaragüense	1	0	1	31.24	1685.5	76.75
Mexicana	2	0	2	39.23	1585.0	69.60
Peruana	45	24	21	41.75	1605.0	76.80
Venezolana	118	63	55	37.91	1652.8	79.28

Figura 7 Frecuencia de Nacionalidades



5.2 Base de datos antropométricas: Cabeza / rostro

La tabla 5 presenta el análisis de los 2.014 datos antropométricos, separados por sexo (Femenino: 1.057, Masculino: 957). Se obtuvieron16 dimensiones de cabeza/rostro digitales en 3D, mientras que, se obtuvieron 4 dimensiones manuales, 2 generales (peso y estatura) y 2 correspondientes a cabeza/rostro (perímetro de cabeza y cuello).
Además, en la tabla 5 es posible evidenciar que existe diferencias estadísticamente significativas en todas las dimensiones antropométricas evaluadas. Por último, en el Anexo 6 se presentan las tablas con las dimensiones separadas por sexo, grupo etario y nivel de educación.

Tabla 5 Datos antropométricos tridimensionales por sexo

Dimensiones antropométricas (mm)	Femenino (n =1.057)					Masculino (n = 957)					Diferencias			
	Media	SD	P5	P50	P95	Media	SD	P5	P50	P95	Resumen	p-value	AV	%
Peso (kg)	75.04	16.44	53.50	72.90	102.84	84.87	15.60	62.50	82.90	111.00	***	0.000	9.83	11.58
Estatura	1581.4	63.21	1480.0	1580.0	1690.0	1704.5	68.82	1590.0	1700.0	1820.0	***	0.000	123.0	7.22
IMC	29.99	6.20	21.98	29.14	40.38	29.20	5.02	22.04	28.73	37.86	*	0.024	0.79	2.70
Perímetro Cuello	350.11	33.62	304.80	346.00	404.00	400.51	31.97	353.00	398.00	459.20	***	0.000	50.40	12.58
Perímetro Cabeza	559.16	23.03	530.00	560.00	590.00	574.64	18.35	547.00	575.00	603.00	***	0.000	15.48	2.69
Ancho Bigonial	125.00	10.08	109.46	124.06	143.72	137.73	12.22	117.89	137.60	158.03	***	0.000	12.73	9.24
Arco Bitrago-Mentón	213.08	66.28	135.33	197.94	306.43	234.63	72.86	147.08	216.69	333.93	***	0.000	21.56	9.19
Arco Bitrago-frontal	277.34	44.50	173.88	293.36	313.44	280.85	51.38	178.84	303.00	324.88	***	0.000	3.51	1.25
Arco Bitrago-subnasal	241.71	43.52	159.02	259.20	287.31	257.13	43.47	170.73	274.63	300.52	***	0.000	15.43	6.00
Largo Cara	118.54	6.65	108.27	118.71	128.15	127.79	7.45	115.80	127.70	140.87	***	0.000	9.25	7.24
Ancho Cara	135.25	8.19	121.24	135.49	148.24	141.77	8.26	126.81	142.07	154.32	***	0.000	6.52	4.60
Largo Labios	50.78	4.21	44.52	50.60	57.25	53.88	4.32	47.07	53.64	61.29	***	0.000	3.10	5.76
Ancho Máximo Frontal	121.44	6.57	110.98	121.32	132.83	127.77	6.92	116.33	127.76	139.58	***	0.000	6.33	4.96
Ancho Mínimo Frontal	111.76	5.98	103.67	112.13	119.87	116.25	6.17	106.70	116.80	124.65	***	0.000	4.48	3.86
Ancho de la Raíz Nasal	17.63	2.17	14.43	17.47	21.53	17.88	2.14	14.50	17.73	21.53	**	0.002	0.25	1.42
Ancho de la Nariz	34.83	3.20	29.87	34.65	40.29	38.49	3.52	33.04	38.21	44.46	***	0.000	3.66	9.51
Protrusión nasal	21.36	2.01	18.18	21.32	24.76	22.61	2.22	19.01	22.58	26.25	***	0.000	1.25	5.53
Longitud subnasal-sellion	55.43	3.68	49.05	55.43	61.59	59.02	4.21	52.36	58.99	66.05	***	0.000	3.59	6.08
Ancho Bitrago	145.36	6.28	135.06	145.32	155.64	154.83	6.77	143.66	154.67	166.32	***	0.000	9.47	6.11
Distancia Inter pupilar	64.61	3.30	59.71	64.41	69.78	67.13	3.43	61.54	67.08	72.96	***	0.000	2.52	3.75
Ancho Cabeza	161.71	16.04	129.36	165.15	182.39	177.49	15.05	149.51	179.88	197.99	***	0.000	15.79	8.89

5.3 Diferencias por edad

En relación con la edad, en la tabla 6, se puede establecer que, en general, se observa una tendencia en que las dimensiones relacionadas a los anchos de la cara son mayores en las poblaciones más jóvenes (Ancho cara, ancho máximo frontal, ancho mínimo frontal y ancho de la cabeza). Es importante señalar que esta tendencia también se mantiene cuando se separa la población por edad y sexo (anexo 6). Si bien no corresponde a las mediciones de cabeza/rostro, es importante señalar que el comportamiento de la estatura de esta muestra infiere crecimiento secular tal como fue observado en otros estudios de la población Chilena (Castellucci et al., 2021; Viviani et al., 2020).

Tabla 6 Datos antropométricos tridimensionales diferencias por edad

Dimensiones antropométricas (mm)	18-35 años (n = 794)		36-53 años (n = 739)		54-99 años (n = 481)		Diferencias	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Resumen	p-value
Peso (kg)	80.027	18.436	80.995	17.011	77.237	12.811	**	0.0068
Estatura	1660.21	90.194	1637.12	85.941	1610.82	87.708	***	0.0001
IMC	29.006	6.348	30.160	5.604	29.766	4.415	***	0.0001
Perímetro Cuello	366.526	40.385	377.721	43.494	380.869	37.549	***	0.0001
Perímetro Cabeza	570.266	19.486	565.939	26.364	561.225	18.431	***	0.0001
Ancho Bigonial	128.437	12.557	132.566	13.203	133.021	11.946	***	0.0001
Arco Bitrago-Mentón	218.039	70.454	227.097	71.752	226.231	67.235	*	0.0143
Arco Bitrago-frontal	277.681	48.510	279.157	48.030	280.956	46.713	ns	0.6912
Arco Bitrago-subnasal	248.135	44.705	250.202	44.188	248.741	43.220	ns	0.3397
Largo Cara	122.425	8.464	123.427	8.725	123.008	7.808	ns	0.0766
Ancho Cara	138.823	9.153	138.748	8.720	136.934	8.349	**	0.0010
Largo Labios	51.529	4.273	52.569	4.581	52.958	4.724	***	0.0001
Ancho Máximo Frontal	125.735	7.445	124.761	7.380	121.837	6.869	***	0.0001
Ancho Mínimo Frontal	114.451	6.789	114.177	6.524	112.547	5.600	***	0.0001
Ancho de la Raíz Nasal	17.790	2.171	17.692	2.131	17.756	2.185	ns	0.7933
Ancho de la Nariz	35.618	3.460	36.810	3.837	37.763	3.983	***	0.0001
Protrusión nasal	21.580	2.091	22.137	2.238	22.286	2.244	***	0.0001
Longitud subnasal-sellion	56.511	4.148	57.456	4.338	57.667	4.468	***	0.0001
Ancho Bitrago	148.635	8.255	150.461	8.049	150.960	7.424	***	0.0001
Distancia Inter pupilar	66.051	3.658	65.883	3.551	65.289	3.487	**	0.0012
Ancho Cabeza	172.400	16.476	169.496	16.526	163.492	18.950	***	0.0001

6 DISCUSIÓN

6.1 Caracterización de la muestra y demografía nacional

En cuanto al tamaño de la muestra, se observó una mayor cantidad de participantes en los dos primeros rangos etarios (18-35 y 36-53). Esto podría estar relacionado con el contexto en el que se realizó el estudio, ya que los trabajadores evaluados eran voluntarios que se encontraban en las dependencias del Hospital Clínico de Mutual de Seguridad. Muchos de ellos estaban allí por consultas relacionadas con accidentes (de trabajo o trayecto), controles por enfermedades profesionales, exámenes ocupacionales, entre otros. Este hallazgo es consistente con las cifras del último informe anual de seguridad y salud en el trabajo de 2023, que indica que el 71% de los accidentes laborales y de trayecto ocurren en los grupos etarios de 25 a 54 años. (SUSESO, 2024)

Respecto a la distribución de las nacionalidades de la población trabajadora en Chile, la muestra indicó que el 88,77% correspondía a chilenos, seguido de venezolanos (5,86%), peruanos (2,24%) y colombianos (1,59%). Esto se relaciona con las cifras del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en su boletín de 2022, “Estimación población extranjera en Chile 2022 resultados”, que indica que, a nivel nacional, la población extranjera en 2022 estaba compuesta principalmente de Venezuela (32,8%), Perú (15,4%) y Colombia (11,7%) (INE, 2023).

Según el informe anual de SUSESO en el año 2023 del total de población trabajadora protegida por el seguro social de la Ley N°16.744 un 10,1% correspondía a extranjeros (SUSESO, 2024), lo cual tiene relación con el porcentaje de población trabajadora de otra nacionalidad que abarcó el estudio la cual fue 11,23% del total de la muestra.

6.2 Implicaciones del género en la antropometría de cabeza y rostro

En el contexto nacional, el estudio de Rodríguez et al. (2020), obtuvo las medidas antropométricas de cabeza y rostro de 474 voluntarios medidos en 2013 mediante antropometría manual a diferencia de este estudio que utilizó medición 3D. Sus resultados arrojaron que el largo promedio de la cara fue de 116,5 mm (SD: 5,6) en mujeres y 127,2 mm (SD: 6,5) en hombres. El ancho promedio de la cara fue de 132,7 mm (SD: 5,3) en mujeres y 142,3 mm (SD: 6,6) en hombres. Como era de esperar, los resultados mostraron que la población masculina presenta dimensiones faciales mayores que la femenina (Rodríguez et al., 2020).

Mientras que en este estudio arrojó que el largo promedio de la cara fue de 118,54 mm (SD: 6,65) en mujeres y 127,79 (SD: 7,45) en hombros. El ancho promedio de la cara fue de 135,23 mm (SD: 8,19) en mujeres y 141,77 mm (SD: 8,26) en hombres. Cabe destacar que el estudio anterior el tamaño de la muestra corresponde al 23,5% de la muestra obtenida en este estudio. Sin embargo, en ambos estudios se encontraron diferencias de género significativas entre hombres y mujeres en gran parte de las dimensiones evaluadas.
En un estudio realizado por Rodríguez et al. (2022), se compararon las dimensiones

faciales de los trabajadores chilenos con las de poblaciones caucásicas, afroamericanas y asiáticas y observaron diferencias específicas de género en las comparaciones entre países. En la población nacional del estudio realizado por Rodríguez et al. (2022), las mayores diferencias porcentuales a favor de los hombres en comparación con las mujeres se observaron en las siguientes dimensiones: perímetro del cuello (20,0%), peso (19,7%), ancho de la nariz (12,6%), protrusión nasal (11,0%), arco bitrago-mentón (9,2%) y longitud de la cara (9,2%) (Rodríguez et al., 2022). En comparación, en este estudio las mayores diferencias se encontraron en el perímetro del cuello y el peso, con 12,58% y 11,58% respectivamente, seguidas del ancho de la nariz (9,51%), ancho bigonal (9,24%), ancho de la cabeza (8,89%) y longitud de la cara (7,24%).

Por otro lado, las diferencias más pequeñas en el estudio de Rodríguez et al. (2022) se encontraron en la distancia interpupilar (1,7%), perímetro de la cabeza (3,1%) y arco bitrago-frontal (3,1%). En este estudio, las diferencias porcentuales mínimas fueron el ancho mínimo frontal (1,42%), ancho de la raíz nasal (1,42%) y arco bitrago-frontal (1,25%). Lo anteriormente descrito reafirma que existen diferencias entre hombres y mujeres trabajadores de Chile en todas las dimensiones evaluadas en este estudio. Por lo tanto, estas diferencias deben ser consideradas al utilizar o asignar elementos de protección personal (cascos, antiparras, respiradores, etc.) a los trabajadores para evitar desajustes.

Al contrastar los datos antropométricos de Civilian American and European Surface Anthropometry Resource (CAESAR) para población caucásica de hombres y mujeres (Lee et al., 2018) en las dimensiones largo y ancho cara (estas medidas son clave para los paneles bivariados del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH)), se aprecia que la población femenina chilena es menor (118,5 y 135,6 versus 123,5 y 144,2 respectivamente). Mientras que, para la población masculina chilena el largo de cara es superior (127,8 versus 123,8) y el ancho cara es inferior (141,8 versus 144,3). Al comparar con datos de población afroamericana la población trabajadora chilena posee dimensiones menores para largo y ancho cara. Mientras al comparar con población asiática tanto hombres y mujeres nacionales tienen un largo cara mayor y ancho cara menor. Como se evidencia al comparar distintas poblaciones las diferencias significativas entre grupos étnicos sugiere que son relevantes al momento del diseño de EPR, debido a la variabilidad de medidas antropométricas de cabeza y rostro.

7 CONCLUSIÓN

La base de datos presentada en este estudio corresponde a la mayor muestra de datos 3D de cabeza y rostro de la población trabajadora en Chile publicadas hasta la fecha. Los resultados obtenidos de este trabajo se basan en una muestra mayor a la esperada con un 32% para cabeza/rostro. Gran parte de este éxito se debe al trabajo en equipo y a la gran disposición de los trabajadores a ser evaluados.

Por otra parte, es importante destacar que, en el caso de ser necesario, al ser un estudio con scanner 3D las imágenes podrán ser utilizadas para determinar nuevas dimensiones. En el presente estudio de obtuvieron datos antropométricos 3D de 2014 trabajadores de Chile durante noviembre 2023 y marzo 2024. Obteniendo como resultando 16 dimensiones de cabeza/rostro. Además, se obtuvieron 4 dimensiones manuales, 2 generales (peso y estatura) y 2 correspondientes a cabeza/rostro (perímetro de cabeza y cuello).

En relación con el sexo se pudo observar que los hombres presentan dimensiones mayores a las mujeres en todas las medidas de cabeza/rostro. Sin embargo, es importante destacar que para esta muestra las mujeres presentaron un mayor IMC. Por lo tanto, estas dimensiones deben ser consideradas al diseñar o asignar elementos de protección personal (cascos, antiparras, respiradores, etc.) a los trabajadores para evitar desajustes, considerando las diferencias de genero y edad.

8 BIBLIOGRAFÍA

Azouz, Z. Ben, Rioux, M., Shu, C., & Lepage, R. (2006). Characterizing human shape variation using 3D anthropometric data. *Visual Computer*, *22*(5), 302–314. https://doi.org/10.1007/s00371-006-0006-6

Castellucci, H. I., Viviani, C. A., Molenbroek, J. F. M., Arezes, P. M., Martínez, M., Aparici, V., & Bragança, S. (2019). Anthropometric characteristics of Chilean workers for ergonomic and design purposes. *Ergonomics*, *62*(3), 459–474. https://doi.org/10.1080/00140139.2018.1540725

Castellucci, H. I., Viviani, C. A., Molenbroek, J. F. M., Arezes, P. M., Martínez, M., Aparici, V., Bragança, S., & Bravo, G. (2021). Secular changes in the anthropometrics of Chilean workers and its implication in design. *Work*, *68*(1), 137–147. https://doi.org/10.3233/WOR-203363

Goto, L., Molenbroek, J. F. M., & Goossens, R. H. M. (2013). *3D Anthropometric Data Set of the Head and Face of Children Aged 0.5-6 Years for Design Applications*. 157–165. https://doi.org/10.15221/13.157

Hignett, S., Welsh, R., & Banerjee, J. (2021). Human factors issues of working in personal protective equipment during the COVID-19 pandemic. En *Anaesthesia* (Vol. 76, Número 1, pp. 134–135). Blackwell Publishing Ltd. https://doi.org/10.1111/anae.15198

INE. (2023). *Estimación población extranjera en Chile 2022 resultados*.

Instituto de Salud Pública de Chile. (2018). *Guía para la selección y control de equipos de protección respiratoria.* www.ispch.cl,

Lee, W., Lee, B., Yang, X., Jung, H., Bok, I., Kim, C., Kwon, O., & You, H. (2018). A 3D anthropometric sizing analysis system based on North American CAESAR 3D scan data for design of head wearable products. *Computers and Industrial Engineering*, *117*, 121–130. https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.01.023

Lescay, R. N., Alonso Becerra, A., & Hernández González, A. (2017). Antropometría. Análisis comparativo de las tecnologías para la captación de las dimensiones antropométricas. *Revista EIA*, *13*(26), 47–59. https://doi.org/10.24050/reia.v13i26.799

Liu, J., Zhang, C., Cai, R., Yao, Y., Zhao, Z., & Liao, W. (2021). Accuracy of 3-dimensional stereophotogrammetry: Comparison of the 3dMD and Bellus3D facial scanning systems with one another and with direct anthropometry. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *160*(6), 862–871. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.04.020

Lyé Goto. (2023). *The use of 3D anthropometric data of children's heads and faces in mask design*. https://doi.org/10.4233/uuid:31ea7d92-e9d9-4029-8637-e36fa0ff2d6c

Ministerio de Salud. (1999). *Decreto Supremo N° 594: Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.*

Ministerio del Trabajo y Previsión Social. (1968). *Ley 16.744: Establece normas sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales. Diario Oficial de la República de Chile.* www.leychile.cl

OECD. (2017). *Pensions at a Glance 2017: OECD and G20 Indicators*. https://doi.org/Http://dx.doi.org/10.1787/pension_glance-2017-en

Rodríguez, A. A., Escanilla, D. E., Caroca, L. A., Albornoz, C. E., Marshall, P. A., Molenbroek, J. F. M., & Castellucci, H. I. (2020). Level of match between facial dimensions of Chilean workers and respirator fit test panels proposed by LANL and NIOSH. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *80*. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.103015

Rodríguez, A. A., Escanilla, D. E., Caroca, L. A., Albornoz, C. E., Marshall, P. A., Molenbroek, J. F. M., Lee, W., Viviani, C., & Castellucci, H. I. (2022). Head and facial dimensions of Chilean workers for design purposes and the differences with other populations. *Work*, *71*(4), 1073–1085. https://doi.org/10.3233/WOR-205063

SUSESO. (2024). *Informe anual de Seguridad y Salud en el trabajo 2023*.

Syuaib, M. F. (2015). Anthropometric study of farm workers on Java Island, Indonesia, andits implications for the design of farm tools and equipment. *Applied Ergonomics*, *51*, 222–235. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.05.007

UNESCO. (2001). *Guía de recomendaciones para el diseño del mobiliario escolar. Ministerio de Educación and UNESCO.*

Viviani, C., Castellucci, H. I., Arezes, P., Bartsch, Á., Bragança, S., Molenbroek, J. F. M., Martínez, M., & Aparici, V. (2020). Educational level and its relationship with body height and popliteal height in Chilean male workers. *Journal of biosocial science*, *52*(5), 734–745. https://doi.org/10.1017/S0021932019000750

Yin Cheng, L., Mohamad, N., & Alfatih Pahrol, M. (2022). *Head and face anthropometric study for respirators in the multi-ethnic Asian population of Malaysia*. https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.972249

Zhang, X., Jia, N., & Wang, Z. (2020). The relationship between the filtering facepiece respirator fit and the facial anthropometric dimensions among Chinese people. *Industrial health*, *58(4)*, 318–324. https://doi.org/10.2486/indhealth.2019-0158

Zhuang, Z., Landsittel, D., Benson, S., Roberge, R., & Shaffer, R. (2010). Facial anthropometric differences among gender, ethnicity, and age groups. *Annals of Occupational Hygiene*, *54*(4), 391–402. https://doi.org/10.1093/annhyg/meq007

9 ANEXOS

9.1 Anexo 1. 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 entiende. 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 Klgo, 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 Científico 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.

---

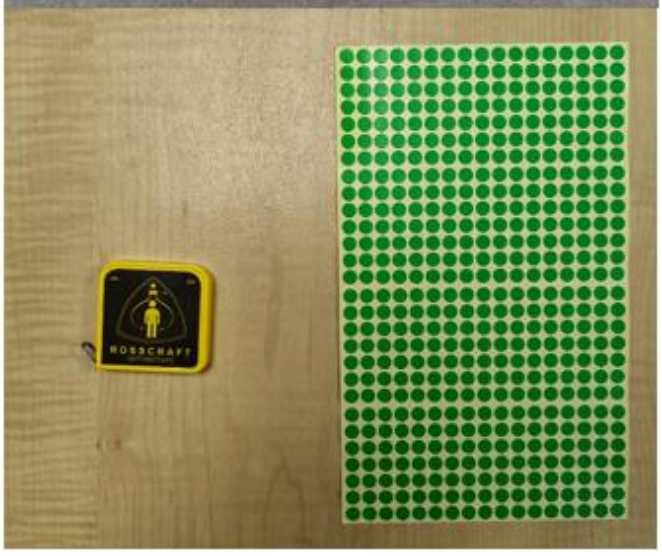
8. Si tiene alguna duda puede contactar a Klgo. Ignacio Castellucci, RUT: 14.579.313-0, Fono: 954123829 y Email: hector.castellucci@uv.cl

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 mí cuidado médico u de otro tipo.

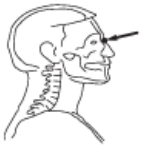
Nombre del participante: :		**Fecha:**	
Firma:			
Nombre de quien toma el consentimiento informado :			
Firma			
Nombre del Director del Centro o quién este delegue la firma:			
Firma			

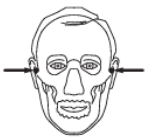
9.2 Anexo 2. Instrumentos de medición manual



9.3 Anexo 3. Puntos de referencia anatómicos - ISO/TS 16976-2:2015(E)

Description	Definition	Diagram
Alare right and left	The lateral point on the flare or wing of the nose. Method: It is located by visual inspection.	
Cheilion right and left	The lateral point of the juncture of the fleshy tissue of the lips with the facial skin at the corner of the mouth. Method: It is located by visual inspection.	
Chin	The most protruding point on the bottom edge of the chin, along the jawline. Method: It is located by visual inspection.	
Ectocanthus right and left	The outside corner of the eye formed by the meeting of the upper and lower eyelids (unmarked). Method: It is located by visual inspection.	
Frontotemporale right and left	The point of deepest indentation of the temporal crest of the frontal bone above the brow ridges. Method: It is located by palpation.	
Glabella	The anterior point on the frontal bone midway between the bony brow ridges. Method: It is located by visual inspection and palpation.	
Gonion right and left	The most lateral, most inferior, and most posterior point on the angle of the mandible (jawbone). Method: The subject stands with head in the Frankfort plane and with teeth together (lightly occluded). Stand in front of the subject and locate the posterior angles of the mandible by palpation. The landmarks are the most lateral points of these angles.	

Description	Definition	Diagram
Infraorbitale right and left	The lowest point on the anterior border of the bony eye socket. Method: It is located by palpation.	
Menton	The inferior point of the mandible in the midsagittal plane (bottom of the chin). Method: Subject stands with head in the Frankfort Plane and teeth together. Stand in front of the subject. Locate the landmark by palpation of the lower jawbone just under the chin, and place an adhesive dot on it.	
Nasal root point right and left	The point on the side of the nasal root at a depth equal to half the distance from the bridge of the nose to the eyes. Method: The subject stands looking straight ahead. Stand to the right side of the subject and locate the nasal root point by inspection.	
Pronasale	The point of the anterior projection of the tip of the nose. Method: It is located by visual inspection.	
Pupil	The centre of the pupil of a subject looking straight ahead. Method: It is not marked on the subject, but is located by visual inspection on the scan.	
Sellion	The point of the deepest depression of the nasal bones at the top of the nose. Method: The subject stands looking straight ahead. Stand to the right of the subject and palpate the point of the deepest depression of the bridge of the nose in the midsagittal plane. On some subjects, however, there is no distinctly deepest point and judgment will have to be used to establish its location. Place an adhesive dot on the bridge of the nose at the landmark.	
Subnasale	The point of intersection of the philtrum (groove of the upper lip) with the inferior surface of the nose in the midsagittal plane. Method: It is located by visual inspection.	
Tragion right and left	The superior point on the juncture of the cartilaginous flap (tragus) of the ear with the head. Method: Palpate the tragus to find the superior point of attachment to the head. Place an adhesive dot on each landmark.	

Descripción	Definición	Diagrama
zigión derecha e izquierda	El punto más lateral del arco cigomático (sin marcar). Método: El sujeto está de pie, mirando al frente y con los músculos faciales relajados. Párese frente al sujeto y localice el punto más lateral mediante palpación. (Cuando no está marcado, se localiza mediante el movimiento de las puntas del calibrador de extensión durante la medición).	
cigofrontal derecha e izquierda	El punto lateral del hueso frontal en su proceso cigomático. Método: Se localiza mediante palpación.	

9.4 Anexo 4. Equipo de escaneo 3DMD

9.5 Anexo 5. Dimensiones de cabeza/rostro consideradas

Imagen 3 Marcadores en cabeza

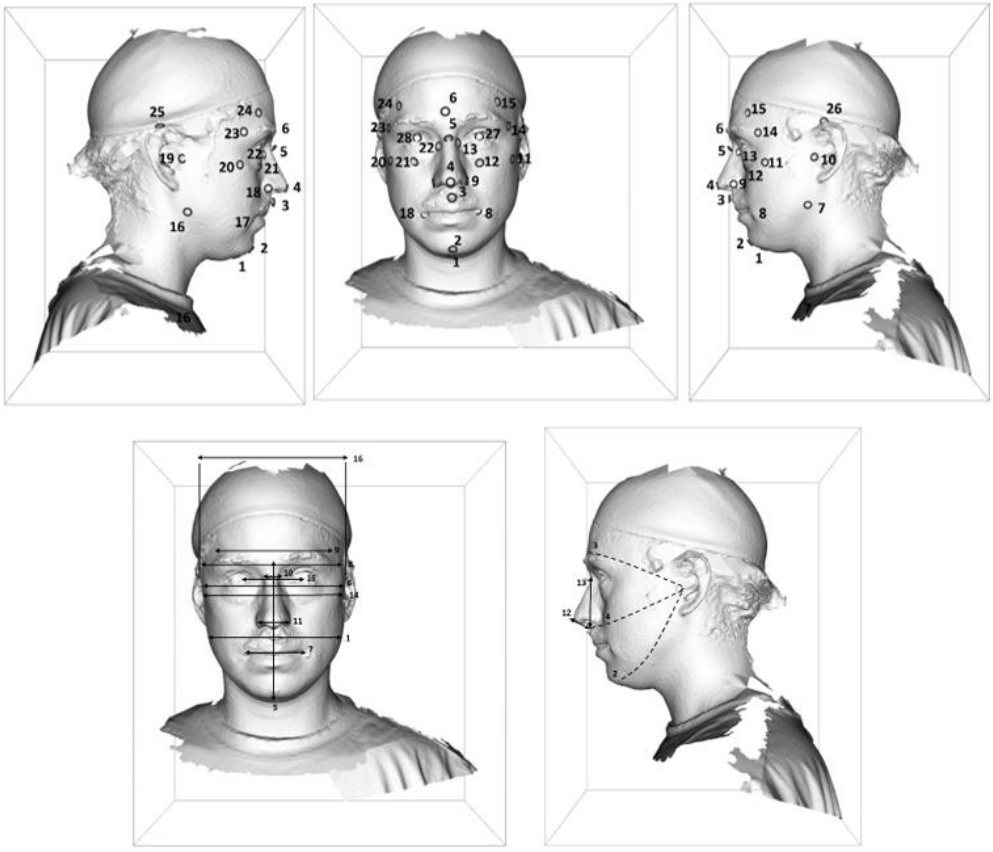
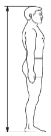


Tabla 5 Dimensiones en cabeza

Dimensión	Descripción	Puntos Anatómicos
D1	Ancho Bigonial	De 7 a 16
D2	Arco Bitrago-Mentón	10, 19 y 1
D3	Arco Bitrago-frontal	10,19,15,24
D4	Arco Bitrago-subnasal	10,19,3
D5	Largo Cara (longitud mentón-sellion)	De 1 a 5
D6	Ancho cara	De 11 a 20
D7	Largo Labios	De 8 a 17
D8	Ancho Máximo Frontal	De 14 a 23
D9	Ancho Mínimo Frontal	De 15 a 24
D10	Anchura de la raíz nasal	De 13 a 22
D11	Ancho de la Nariz	De 9 a 18
D12	Protrusión nasal	De 3 a 4
D13	Longitud subnasal-sellion	De 4 a 5
D14	Ancho Bitrago	De 10 a 19
D15	Distancia interpupilar	De 27 a 28
D16	Ancho de cabeza	De 11 a 20, proyectado hacia arriba

Medidas Antropométricas	Definición	Diagrama
Peso	Masa total del cuerpo. El sujeto se encuentra en el centro de la plataforma mirando al frente. Los talones están juntos y el peso se distribuye uniformemente en ambos pies.	*No aplica*
Altura	La distancia vertical entre la superficie de apoyo y la parte superior de la cabeza se mide con un antropómetro. El sujeto está de pie, erguido, con los talones juntos y la cabeza en el plano de Frankfort. Los hombros y brazos están relajados.	
Perímetro Cuello	La circunferencia del cuello al nivel del punto de referencia infra tiroideo se mide con una cinta. El plano de medición es perpendicular al eje longitudinal del cuello.	
Perímetro Cabeza	La circunferencia máxima de la cabeza, por encima de las crestas de las cejas (crestas supraorbitarias) y la unión de las orejas se mide con una cinta.	
Ancho Bigonal	Distancia en línea recta medida entre los puntos de referencia del *gonion* derecho e izquierdo en las esquinas de la mandíbula.	
Arco Bitrago-Mentón	La distancia de la superficie entre los puntos de referencia *tragion* derecho e izquierdo a través del punto anterior del mentón.	
Arco Bitrago-frontal	La distancia de la superficie entre los puntos de referencia *tragion* derecho e izquierdo a lo largo de la frente, justo encima de las crestas de las cejas (crestas supraorbitarias).	
Arco Bitrago-subnasal	La distancia de la superficie entre los puntos de referencia *tragion* derecho e izquierdo a través del punto de referencia *subnasale.*	
Largo Cara (mentón sellion)	La distancia en el plano medio sagital en la parte inferior del mentón y en el punto más profundo de la depresión de la raíz nasal	
Ancho Cara	Amplitud horizontal máxima de la cara medida entre los arcos cigomáticos.	
Largo labios	La distancia en línea recta entre los puntos de referencia del c*heilion* derecho e izquierdo en las comisuras de la boca cerrada.	
Ancho Máximo Frontal	La distancia en línea recta entre los puntos de referencia *zygofrontale* derecho e izquierdo en el margen superior de cada órbita ocular ósea.	
Ancho Mínimo Frontal	La distancia en línea recta entre los puntos de referencia frontotemporales derecho e izquierdo en la cresta temporal en ambos lados de la frente.	

Ancho de la Raíz Nasal	La anchura horizontal de la nariz al nivel de la depresión más profunda de la raíz (punto de referencia del sellion) y a una profundidad igual a la mitad de la distancia desde el puente de la nariz hasta los ojos.	
Ancho de la Nariz	La distancia en línea recta entre los puntos de referencia *alare* derecho e izquierdo.	
Protuberancia de Nariz	La distancia en línea recta entre el punto de referencia *pronasal* y el punto de referencia *subnasale*.	
Largo subnasal-sellion	Distancia en línea recta entre el punto de referencia subnasal y el punto de referencia sellion.	

9.6 Anexo 6. Resultados de cabeza/rostro detallados de los Grupos

Data antropométrica tridimensional chilena, comparada por grupo etario, sólo femenino

Dimensiones antropométricas (mm)	18-35 años (n = 409)		36-53 años (n = 405)		54-99 años (n = 243)		Diferencias	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD	resumen	p-value
Peso (kg)	75.275	18.805	76.253	16.121	72.641	11.769	ns	0.0583
Estatura	1598.44	60.467	1584.19	60.199	1548.46	60.015	***	0.0001
IMC	29.437	7.185	30.328	5.764	30.338	4.923	***	0.0005
Perímetro Cuello	342.103	32.117	353.822	36.541	357.395	27.758	***	0.0001
Perímetro Cabeza	563.628	17.247	558.054	29.624	553.490	16.640	***	0.0001
Ancho Bigonial	123.294	10.567	125.937	9.971	126.310	8.939	***	0.0001
Arco Bitrago-Mentón	207.895	66.530	217.442	66.453	214.519	64.976	ns	0.0511
Arco Bitrago-frontal	277.266	43.993	276.893	45.728	278.192	43.250	ns	0.3618
Arco Bitrago-subnasal	240.815	44.051	242.661	43.256	241.617	43.042	ns	0.6120
Largo Cara	117.978	6.666	118.869	6.758	118.927	6.393	*	0.0273
Ancho Cara	135.684	8.399	135.607	8.053	133.912	7.901	*	0.0284
Largo Labios	50.083	4.166	51.291	4.308	51.089	3.962	***	0.0001
Ancho Máximo Frontal	122.698	6.678	121.785	6.291	118.733	6.048	***	0.0001
Ancho Mínimo Frontal	112.284	6.561	112.067	5.729	110.386	5.091	***	0.0001
Ancho de la Raíz Nasal	17.539	2.222	17.571	2.143	17.861	2.128	ns	0.1370
Ancho de la Nariz	34.011	2.954	34.992	3.050	35.934	3.475	***	0.0001
Protrusión nasal	21.088	1.911	21.589	1.995	21.433	2.130	**	0.0016
Longitud subnasal-sellion	54.923	3.575	55.833	3.596	55.601	3.867	***	0.0009
Ancho Bitrago	144.031	6.527	146.178	6.215	146.240	5.514	***	0.0001
Distancia Inter pupilar	64.692	3.363	64.805	3.231	64.146	3.263	*	0.0259
Ancho Cabeza	164.482	14.798	162.854	14.772	155.119	18.125	***	0.0001

Data antropométrica tridimensional chilena, comparada por grupo etario, sólo masculino

Dimensiones antropométricas (mm)	18-35 años (n = 385)		36-53 años (n = 334)		54-99 años (n = 238)		Diferencias	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD	resumen	p-value
Peso (kg)	85.074	16.608	86.743	16.274	81.930	12.111	**	0.0031
Estatura	1725.83	67.329	1701.31	66.553	1674.49	62.010	***	0.0001
IMC	28.548	5.278	29.956	5.396	29.181	3.738	***	0.0006
Perímetro Cuello	392.470	30.999	406.701	32.159	404.836	30.425	***	0.0001
Perímetro Cabeza	577.317	19.249	575.500	17.520	569.122	16.745	***	0.0001
Ancho Bigonial	133.900	12.191	140.605	12.135	139.873	10.672	***	0.0001
Arco Bitrago-Mentón	228.816	72.865	238.805	76.067	238.189	67.399	ns	0.0609
Arco Bitrago-frontal	278.122	52.885	281.902	50.545	283.777	49.845	ns	0.3785
Arco Bitrago-subnasal	255.910	44.076	259.345	43.576	256.014	42.178	ns	0.0785
Largo Cara	127.149	7.564	128.954	7.569	127.175	6.864	**	0.0035
Ancho Cara	142.158	8.732	142.558	7.946	140.019	7.634	***	0.0006
Largo Labios	53.064	3.826	54.119	4.421	54.866	4.676	***	0.0001
Ancho Máximo Frontal	128.961	6.835	128.370	6.983	125.006	6.175	***	0.0001
Ancho Mínimo Frontal	116.753	6.248	116.736	6.514	114.752	5.223	***	0.0001
Ancho de la Raíz Nasal	18.057	2.082	17.838	2.108	17.649	2.236	ns	0.1143
Ancho de la Nariz	37.326	3.124	39.015	3.526	39.630	3.581	***	0.0001
Protrusión nasal	22.104	2.146	22.801	2.333	23.156	2.011	***	0.0001
Longitud subnasal-sellion	58.197	4.047	59.424	4.345	59.777	4.034	***	0.0001
Ancho Bitrago	153.527	6.989	155.654	6.878	155.778	5.864	***	0.0001
Distancia Inter pupilar	67.494	3.397	67.191	3.481	66.455	3.318	***	0.0004
Ancho Cabeza	180.812	13.779	177.550	14.876	172.040	15.675	***	0.0001

Data antropométrica tridimensional chilena comparada por nacionalidad

Dimensiones antropométricas (mm)	Chilena (n = 1.788)		Otra (n = 226)		Diferencias			
	Media	SD	Media	SD	resumen	p-value	AV	%
Peso (kg)	79.891	16.785	78.326	16.649	ns	0.116	1.57	2.00
Estatura	1639.56	90.457	1642.98	87.367	ns	0.512	3.43	0.21
IMC	29.693	5.698	28.963	5.547	*	0.046	0.73	2.52
Perímetro Cuello	374.038	41.069	374.226	43.754	ns	0.951	0.19	0.05
Perímetro Cabeza	566.787	21.407	564.394	28.447	ns	0.402	2.39	0.42
Ancho Bigonial	131.081	12.860	130.775	12.610	ns	0.770	0.31	0.23
Arco Bitrago-Mentón	223.558	70.444	221.431	69.238	ns	0.966	2.13	0.96
Arco Bitrago-frontal	278.797	48.223	280.649	45.483	ns	0.548	1.85	0.66
Arco Bitrago-subnasal	249.061	43.952	248.852	45.888	ns	0.467	0.21	0.08
Largo Cara	123.078	8.414	121.774	8.397	*	0.035	1.30	1.07
Ancho Cara	138.341	8.755	138.370	9.515	ns	0.880	0.03	0.02
Largo Labios	52.202	4.544	52.645	4.468	ns	0.188	0.44	0.84
Ancho Máximo Frontal	124.441	7.398	124.493	7.804	ns	0.824	0.05	0.04
Ancho Mínimo Frontal	113.879	6.386	114.031	7.100	ns	0.474	0.15	0.13
Ancho de la Raíz Nasal	17.701	2.148	18.102	2.221	***	0.000	0.40	2.21
Ancho de la Nariz	36.375	3.757	38.096	4.010	***	0.000	1.72	4.52
Protrusión nasal	22.029	2.197	21.353	2.162	***	0.000	0.68	3.16
Longitud subnasal-sellion	57.253	4.306	56.190	4.370	***	0.001	1.06	1.89
Ancho Bitrago	149.961	7.909	149.061	9.053	ns	0.238	0.90	0.60
Distancia Inter pupilar	65.750	3.576	66.260	3.674	*	0.028	0.51	0.77
Ancho Cabeza	169.226	17.520	169.056	16.978	ns	0.856	0.17	0.10

Data antropométrica tridimensional chilena, comparada por nacionalidad, sólo femenino

Dimensiones antropométricas (mm)	Chilena (n = 941)		Otra (n = 116)		Diferencias			
	Media	SD	Media	SD	resumen	p-value	AV	%
Peso (kg)	75.314	16.531	72.856	15.478	ns	0.092	2.46	3.37
Estatura	1580.69	62.538	1587.96	68.115	ns	0.450	7.27	0.46
IMC	30.127	6.272	28.840	5.467	*	0.039	1.29	4.46
Perímetro Cuello	350.281	32.809	348.716	39.550	ns	0.209	1.57	0.45
Perímetro Cabeza	559.603	21.197	555.586	34.288	ns	0.176	4.02	0.72
Ancho Bigonial	125.073	10.111	124.410	9.768	ns	0.395	0.66	0.53
Arco Bitrago-Mentón	212.663	66.317	216.426	65.914	ns	0.501	3.76	1.74
Arco Bitrago-frontal	277.074	45.007	279.457	40.097	ns	0.300	2.38	0.85
Arco Bitrago-subnasal	242.024	43.299	239.135	45.231	ns	0.682	2.89	1.21
Largo Cara	118.767	6.672	116.671	6.207	***	0.001	2.10	1.80
Ancho Cara	135.388	8.124	134.104	8.598	ns	0.108	1.28	0.96
Largo Labios	50.786	4.263	50.709	3.781	ns	0.748	0.08	0.15
Ancho Máximo Frontal	121.484	6.504	121.054	7.074	ns	0.577	0.43	0.36
Ancho Mínimo Frontal	111.820	5.734	111.313	7.678	ns	0.777	0.51	0.46
Ancho de la Raíz Nasal	17.604	2.168	17.802	2.218	ns	0.463	0.20	1.11
Ancho de la Nariz	34.667	3.176	36.140	3.130	***	0.000	1.47	4.07
Protrusión nasal	21.439	2.021	20.712	1.765	***	0.000	0.73	3.51
Longitud subnasal-sellion	55.571	3.637	54.266	3.781	***	0.000	1.30	2.40
Ancho Bitrago	145.588	6.163	143.528	6.858	***	0.0002	2.06	1.43
Distancia Inter pupilar	64.596	3.292	64.724	3.360	ns	0.6553	0.13	0.20
Ancho Cabeza	161.891	16.142	160.199	15.115	ns	0.1358	1.69	1.06

Data antropométrica tridimensional chilena, comparada por nacionalidad, sólo masculino

Dimensiones antropométricas (mm)	Chilena (n = 847)		Otra (n = 110)		Diferencias			
	Media	SD	Media	SD	resumen	p-value	AV	%
Peso (kg)	84.976	15.557	84.094	15.876	ns	0.356	0.88	1.05
Estatura	1704.96	69.284	1701.00	65.042	ns	0.593	3.95	0.23
IMC	29.210	4.937	29.092	5.626	ns	0.492	0.12	0.41
Perímetro Cuello	400.432	32.264	401.127	29.558	ns	0.659	0.70	0.17
Perímetro Cabeza	574.770	18.631	573.682	15.961	ns	0.591	1.09	0.19
Ancho Bigonial	137.756	12.283	137.488	11.758	ns	0.952	0.27	0.19
Arco Bitrago-Mentón	235.663	72.877	226.709	72.203	ns	0.401	8.95	3.95
Arco Bitrago-frontal	280.710	51.493	281.907	50.515	ns	0.728	1.20	0.42
Arco Bitrago-subnasal	256.880	43.348	259.100	44.319	ns	0.235	2.22	0.86
Largo Cara	127.867	7.510	127.155	6.915	ns	0.374	0.71	0.56
Ancho Cara	141.622	8.247	142.869	8.283	ns	0.122	1.25	0.87
Largo Labios	53.776	4.324	54.688	4.221	*	0.025	0.91	1.67
Ancho Máximo Frontal	127.726	6.930	128.121	6.835	ns	0.654	0.39	0.31
Ancho Mínimo Frontal	116.165	6.294	116.897	5.040	ns	0.458	0.73	0.63
Ancho de la Raíz Nasal	17.809	2.120	18.418	2.181	*	0.011	0.61	3.30
Ancho de la Nariz	38.271	3.428	40.159	3.797	***	0.000	1.89	4.70
Protrusión nasal	22.684	2.199	22.030	2.329	**	0.006	0.65	2.97
Longitud subnasal-sellion	59.122	4.220	58.219	4.018	*	0.042	0.90	1.55
Ancho Bitrago	154.821	6.708	154.897	7.243	ns	0.3574	0.08	0.05
Distancia Inter pupilar	67.032	3.440	67.879	3.274	*	0.0101	0.85	1.25
Ancho Cabeza	177.375	15.241	178.396	13.467	ns	0.6727	1.02	0.57

Data antropométrica tridimensional chilena, comparada por nivel de educación.

Dimensiones antropométricas (mm)	Básica Incompleta (n = 61)		Básica Completa (n = 231)		Media Completa (n = 874)		Técnico Completa (n = 379)		Universitaria Completa (n = 469)		Diferencias	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Media	SD	resumen	p-value
Peso (kg)	77.630	9.513	77.677	13.970	81.875	17.847	89.539	77.225	16.362	16.82	***	0.0001
Estatura	1576.96	87.099	1626.09	86.215	1645.28	91.323	1642.77	1645.49	89.27	90.98	***	0.0001
IMC	31.379	4.440	29.398	4.862	30.228	6.175	33.082	28.440	5.261	5.75	***	0.0001
Perímetro Cuello	381.639	28.095	384.745	37.985	378.423	40.691	407.444	362.210	41.272	40.93	***	0.0001
Perímetro Cabeza	559.820	18.390	563.580	19.210	567.739	22.289	578.111	567.904	21.509	21.61	***	0.0001
Ancho Bigonial	129.837	9.785	133.069	11.883	132.603	13.010	132.010	128.075	12.642	12.82	***	0.0001
Arco Bitrago-Mentón	231.513	66.045	225.460	66.864	223.789	71.985	207.937	221.503	70.361	70.63	ns	0.5934
Arco Bitrago-frontal	276.648	47.522	279.315	46.936	278.794	49.208	255.729	280.685	46.159	47.98	ns	0.0901
Arco Bitrago-subnasal	254.539	39.114	251.091	42.241	252.375	43.888	237.368	246.004	44.221	43.68	***	0.0002
Largo Cara	121.806	8.391	123.416	7.670	123.453	8.045	120.377	122.396	8.951	8.29	*	0.0332
Ancho Cara	137.375	7.537	138.167	8.538	139.282	8.789	137.819	136.790	9.120	8.88	***	0.0001
Largo Labios	53.076	4.503	53.500	4.476	52.523	4.640	54.354	51.157	4.210	4.56	***	0.0001
Ancho Máximo Frontal	122.654	6.927	123.825	7.133	125.246	7.496	120.982	123.991	7.487	7.46	***	0.0005
Ancho Mínimo Frontal	112.73	5.35	113.59	6.51	114.66	5.88	110.88	14.83	113.15	6.43	***	0.0002
Ancho de la Raíz Nasal	17.437	2.413	17.798	2.125	17.891	2.213	20.295	17.586	2.021	2.16	***	0.0001
Ancho de la Nariz	38.349	3.778	37.988	4.281	36.805	3.645	37.434	35.466	3.640	3.85	***	0.0001
Protrusión nasal	21.742	2.362	21.995	2.298	21.991	2.241	21.946	21.922	2.147	2.23	ns	0.8402
Longitud subnasal-sellion	57.512	4.426	57.828	4.343	57.243	4.439	55.663	56.789	4.016	4.32	*	0.0310
Ancho Bitrago	150.689	5.684	151.188	7.257	150.805	7.905	152.569	147.891	8.393	8.01	***	0.0001
Distancia Inter pupilar	64.858	3.571	65.817	3.564	66.131	3.672	66.503	65.356	3.344	3.58	**	0.0019
Ancho Cabeza	158.162	19.336	164.814	17.133	169.494	17.590	154.420	171.490	16.488	17.54	***	0.0001

Data antropométrica tridimensional chilena, comparada por nivel de educación, sólo femenino.

Dimensiones antropométricas (mm)	Básica Incompleta (n = 33)		Básica Completa (n = 91)		Media Completa (n = 426)		Técnico Completa (n = 228)		Universitaria Completa (n = 279)		Diferencias	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Media	SD	resumen	p-value
Peso (kg)	77.142	10.204	72.753	12.177	78.083	19.080	87.008	19.949	71.567	14.196	***	0.0001
Estatura	1512.12	45.294	1547.81	53.598	1580.39	62.374	1605.41	74.707	1596.23	62.637	***	0.0001
IMC	33.736	4.250	30.370	4.858	31.203	7.137	33.509	5.914	28.041	5.075	***	0.0001
Perímetro Cuello	372.273	28.680	356.352	28.555	354.115	32.749	390.500	36.188	339.485	31.443	***	0.0001
Perímetro Cabeza	553.788	18.440	554.330	16.781	560.052	22.745	572.750	19.009	561.384	22.372	***	0.0001
Ancho Bigonial	128.769	9.095	127.344	9.395	126.645	10.619	128.770	9.467	121.865	9.073	***	0.0001
Arco Bitrago-Mentón	226.223	64.619	211.201	64.462	211.822	66.959	202.942	63.321	211.743	66.599	ns	0.6165
Arco Bitrago-frontal	282.868	38.416	280.489	39.770	276.631	45.504	259.614	55.144	277.980	44.665	ns	0.8375
Arco Bitrago-subnasal	248.955	42.609	243.938	40.817	245.613	43.778	223.695	54.801	238.184	42.923	**	0.0029
Largo Cara	118.641	7.928	118.675	6.658	119.075	5.923	117.015	4.641	118.148	6.977	ns	0.3929
Ancho Cara	135.571	8.795	135.757	7.826	136.061	8.183	135.898	6.211	133.814	8.273	**	0.0070
Largo Labios	51.599	4.363	51.679	3.947	51.208	4.602	53.309	4.291	49.721	3.778	***	0.0001
Ancho Máximo Frontal	119.569	6.396	120.696	6.454	122.081	6.705	120.222	5.588	121.017	6.569	ns	0.1258
Ancho Mínimo Frontal	110.958	5.083	111.037	6.171	112.467	5.334	113.314	4.362	111.061	5.812	*	0.0174
Ancho de la Raíz Nasal	17.855	1.969	17.865	2.159	17.742	2.279	19.840	2.289	17.472	2.065	**	0.0054
Ancho de la Nariz	37.169	3.647	35.624	3.543	35.039	3.152	36.491	3.349	34.005	2.878	***	0.0001
Protrusión nasal	21.013	2.072	21.210	1.962	21.382	2.109	21.760	2.057	21.333	1.889	ns	0.5015
Longitud subnasal-sellion	55.321	3.761	55.394	3.625	55.453	3.704	54.404	3.537	55.553	3.750	ns	0.9644
Ancho Bitrago	148.336	4.834	146.659	5.792	146.209	6.449	151.040	5.913	143.382	6.013	***	0.0001
Distancia Inter pupilar	64.202	3.550	64.460	3.123	64.865	3.598	66.737	3.138	64.230	2.880	*	0.0444
Ancho Cabeza	149.362	18.587	156.367	16.321	161.389	16.498	146.498	18.797	164.366	14.220	*	0.0001

Data antropométrica tridimensional chilena, comparada por nivel de educación, sólo masculino.

Dimensiones antropométricas (mm)	Básica Incompleta (n = 28)		Básica Completa (n = 140)		Media Completa (n = 448)		Técnico Completa (n = 151)		Universitaria Completa (n = 190)		Diferencias	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Media	SD	resumen	p-value
Peso (kg)	78.204	8.592	80.879	14.129	85.481	15.765	94.600	13.716	85.534	15.777	**	0.0012
Estatura	1653.39	57.555	1676.97	61.845	1706.98	68.996	1717.50	66.568	1717.82	71.548	***	0.0001
IMC	28.600	2.720	28.766	4.758	29.300	4.919	32.229	5.272	29.025	5.471	ns	0.5954
Perímetro Cuello	392.679	22.910	403.200	31.402	401.538	33.380	441.333	32.196	395.579	29.681	*	0.0106
Perímetro Cabeza	566.929	15.575	569.593	18.278	575.049	19.174	588.833	22.850	577.479	15.903	**	0.0011
Ancho Bigonial	131.096	10.400	136.791	11.851	138.268	12.535	138.489	12.589	137.194	11.568	*	0.0191
Arco Bitrago-Mentón	237.749	67.153	234.729	66.767	235.167	74.702	217.929	61.672	235.834	73.227	ns	0.9953
Arco Bitrago-frontal	269.318	55.510	278.553	51.042	280.850	52.406	247.959	55.361	284.657	47.993	ns	0.1220
Arco Bitrago-subnasal	261.120	33.364	255.741	42.500	258.805	43.017	264.715	12.767	257.487	43.587	ns	0.5476
Largo Cara	125.536	7.321	126.497	6.645	127.616	7.573	127.100	8.635	128.634	7.802	*	0.0217
Ancho Cara	139.501	4.921	139.733	8.616	142.345	8.234	141.660	10.790	141.159	8.527	**	0.0075
Largo Labios	54.816	4.019	54.684	4.402	53.774	4.318	56.444	3.985	53.265	3.915	*	0.0181
Ancho Máximo Frontal	126.291	5.647	125.858	6.809	128.256	6.950	122.500	7.413	128.358	6.553	**	0.0041
Ancho Mínimo Frontal	114.811	4.883	115.255	6.173	116.743	5.604	106.020	24.208	116.218	6.063	ns	0.0718
Ancho de la Raíz Nasal	16.945	2.769	17.755	2.101	18.034	2.139	21.204	2.905	17.754	1.941	*	0.0229
Ancho de la Nariz	39.739	3.442	39.524	4.012	38.485	3.269	39.319	1.779	37.612	3.577	***	0.0002
Protrusión nasal	22.601	2.394	22.505	2.356	22.569	2.209	22.319	2.717	22.786	2.211	ns	0.6811
Longitud subnasal-sellion	60.094	3.699	59.409	4.029	58.944	4.411	58.183	3.354	58.604	3.692	ns	0.2956
Ancho Bitrago	153.462	5.349	154.131	6.565	155.177	6.569	155.627	9.432	154.512	6.863	ns	0.7228
Distancia Inter pupilar	65.632	3.439	66.699	3.556	67.336	3.319	66.034	6.754	67.010	3.289	ns	0.1074
Ancho Cabeza	168.535	14.440	170.305	15.320	177.201	14.931	170.265	15.690	181.950	13.790	ns	0.0001

Data antropométrica tridimensional chilena, comparada por sector industrial.

Dimensiones antropométricas (mm)	White Collar (n = 848)		Blue Collar (n = 1161)		Diferencias			
	Media	SD	Media	SD	resumen	p-value	AV	%
Peso (kg)	77.083	16.180	81.630	16.944	***	0.000	4.55	5.57
Estatura	1626.4	88.041	1649.7	90.338	***	0.000	23.40	1.42
IMC	29.093	5.462	29.987	5.814	***	0.000	0.89	2.98
Perímetro Cuello	361.315	39.749	383.328	40.055	***	0.000	22.01	5.74
Perímetro Cabeza	564.858	22.451	567.726	22.148	***	0.001	2.87	0.51
Ancho Bigonial	127.964	12.122	133.289	12.870	***	0.000	5.33	4.00
Arco Bitrago-Mentón	217.125	68.897	227.824	70.987	***	0.000	10.70	4.70
Arco Bitrago-frontal	278.810	46.060	279.146	49.239	***	0.000	0.34	0.12
Arco Bitrago-subnasal	245.550	43.749	251.574	44.308	***	0.000	6.02	2.39
Largo Cara	121.254	8.275	124.152	8.317	***	0.000	2.90	2.33
Ancho Cara	137.260	8.583	139.133	8.945	***	0.000	1.87	1.35
Largo Labios	51.441	4.323	52.842	4.599	***	0.000	1.40	2.65
Ancho Máximo Frontal	123.496	7.367	125.138	7.424	***	0.000	1.64	1.31
Ancho Mínimo Frontal	112.957	6.689	114.579	6.218	***	0.000	1.62	1.42
Ancho de la Raíz Nasal	17.578	2.125	17.868	2.177	***	0.000	0.29	1.62
Ancho de la Nariz	35.611	3.622	37.264	3.818	***	0.000	1.65	4.44
Protrusión nasal	21.765	2.144	22.089	2.236	***	0.001	0.32	1.47
Longitud subnasal-sellion	56.385	4.042	57.678	4.443	***	0.000	1.29	2.24
Ancho Bitrago	147.543	7.794	151.546	7.812	***	0.000	4.00	2.64
Distancia Inter pupilar	65.317	3.470	66.163	3.635	***	0.000	0.85	1.28
Ancho Cabeza	168.973	16.997	169.377	17.787	ns	0.2785	0.40	0.24

Data antropométrica tridimensional chilena, comparada por sector industrial, sólo femenino.

Dimensiones antropométricas (mm)	White Collar (n = 574)		Blue Collar (n = 483)		Diferencias			
	Media	SD	Media	SD	resumen	p-value	AV	%
Peso (kg)	73.610	15.521	76.749	17.308	**	0.002	3.14	4.26
Estatura	1586.0	63.147	1576.1	62.875	**	0.008	9.88	0.62
IMC	29.227	5.704	30.888	6.634	***	0.000	1.66	5.68
Perímetro Cuello	344.501	31.134	356.774	35.207	***	0.000	12.27	3.56
Perímetro Cabeza	559.051	22.158	559.294	24.035	ns	0.664	0.24	0.04
Ancho Bigonial	123.665	9.582	126.586	10.413	***	0.000	2.92	2.36
Arco Bitrago-Mentón	210.498	65.739	216.139	66.795	ns	0.057	5.64	2.68
Arco Bitrago-frontal	275.827	44.796	279.128	44.081	*	0.023	3.30	1.20
Arco Bitrago-subnasal	239.438	43.664	244.403	43.203	*	0.020	4.96	2.07
Largo Cara	118.020	6.594	119.152	6.675	**	0.002	1.13	0.96
Ancho Cara	134.842	7.833	135.728	8.563	ns	0.055	0.89	0.66
Largo Labios	50.566	4.155	51.029	4.268	ns	0.074	0.46	0.92
Ancho Máximo Frontal	121.219	6.519	121.695	6.622	ns	0.302	0.48	0.39
Ancho Mínimo Frontal	111.396	6.260	112.203	5.600	ns	0.086	0.81	0.72
Ancho de la Raíz Nasal	17.513	2.185	17.759	2.154	*	0.030	0.25	1.41
Ancho de la Nariz	34.479	3.093	35.245	3.283	***	0.000	0.77	2.22
Protrusión nasal	21.352	1.976	21.368	2.044	ns	0.947	0.02	0.07
Longitud subnasal-sellion	55.267	3.692	55.618	3.647	ns	0.182	0.35	0.63
Ancho Bitrago	144.469	6.061	146.422	6.362	***	0.000	1.95	1.35
Distancia Inter pupilar	64.418	3.124	64.838	3.485	*	0.0198	0.42	0.65
Ancho Cabeza	163.194	15.087	159.937	16.937	**	0.0021	3.26	2.00

Data antropométrica tridimensional chilena, comparada por sector industrial, sólo masculino.

Dimensiones antropométricas (mm)	White Collar (n = 274)		Blue Collar (n = 683)		Diferencias			
	Media	SD	Media	SD	resumen	p-value	AV	%
Peso (kg)	84.359	15.078	85.082	15.795	ns	0.577	0.72	0.85
Estatura	1711.0	71.102	1701.8	67.709	ns	0.085	9.13	0.54
IMC	28.813	4.906	29.351	5.059	ns	0.080	0.54	1.83
Perímetro Cuello	396.540	32.032	402.105	31.799	**	0.008	5.57	1.38
Perímetro Cabeza	577.026	17.683	573.690	18.522	*	0.013	3.34	0.58
Ancho Bigonial	136.968	11.944	138.029	12.322	ns	0.159	1.06	0.77
Arco Bitrago-Mentón	231.007	73.161	236.088	72.682	ns	0.293	5.08	2.15
Arco Bitrago-frontal	285.059	48.004	279.158	52.583	ns	0.510	5.90	2.11
Arco Bitrago-subnasal	258.354	41.077	256.646	44.379	ns	0.724	1.71	0.67
Largo Cara	128.030	7.282	127.687	7.510	ns	0.642	0.34	0.27
Ancho Cara	142.326	7.845	141.541	8.411	ns	0.233	0.79	0.55
Largo Labios	53.275	4.087	54.124	4.389	**	0.005	0.85	1.57
Ancho Máximo Frontal	128.265	6.736	127.573	6.983	ns	0.125	0.69	0.54
Ancho Mínimo Frontal	116.227	6.373	116.259	6.083	ns	0.484	0.03	0.03
Ancho de la Raíz Nasal	17.715	1.988	17.945	2.190	ns	0.131	0.23	1.28
Ancho de la Nariz	37.982	3.500	38.692	3.513	**	0.003	0.71	1.83
Protrusión nasal	22.631	2.223	22.600	2.225	ns	0.955	0.03	0.14
Longitud subnasal-sellion	58.727	3.731	59.135	4.378	ns	0.282	0.41	0.69
Ancho Bitrago	153.984	7.053	155.169	6.625	*	0.014	1.18	0.76
Distancia Inter pupilar	67.202	3.405	67.101	3.442	ns	0.7985	0.10	0.15
Ancho Cabeza	181.078	14.168	176.053	15.155	***	0.0001	5.02	2.85