

Universidad de Valparaíso  
Escuela de Kinesiología  
Facultad de Medicina

---

**“LEVANTAMIENTO DE BASE DE DATOS ANTROPOMÉTRICOS FACIALES DE  
TRABAJADORES CHILENOS”**

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

AUTORA: SOFÍA VALENZUELA FIGUEROA

PROFESOR GUÍA: IGNACIO CASTELLUCCI  
Klgo. PhD

Escuela de Kinesiología  
Facultad de Medicina  
Universidad de Valparaíso

**Valparaíso - Chile**

**2023**

## ÍNDICE

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| RESUMEN EJECUTIVO.....                                                                             | 6  |
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                                                              | 7  |
| 2. MARCO TEÓRICO .....                                                                             | 11 |
| 2.1. Antropometría y ergonomía.....                                                                | 11 |
| 2.1.1. Elementos de protección respiratoria .....                                                  | 13 |
| 2.1.2. Diseño de EPP para ojos y cara .....                                                        | 14 |
| 2.1.3. Diseño de equipo de protección para la cabeza (casco).....                                  | 15 |
| 2.2. Realidad de los datos antropométricos en Chile .....                                          | 15 |
| 2.3. Regularizaciones de EPP y normas .....                                                        | 16 |
| 2.3.1. Regularizaciones de EPP.....                                                                | 16 |
| 2.3.2. Normas.....                                                                                 | 16 |
| 2.4. Técnicas de recolección de datos: Manual y 3D. ....                                           | 17 |
| 2.4.1. Recolección manual .....                                                                    | 17 |
| 2.4.2. Recolección 3D .....                                                                        | 17 |
| 3. METODOLOGÍA .....                                                                               | 19 |
| 3.6. Análisis de datos .....                                                                       | 25 |
| 4. RESULTADOS.....                                                                                 | 27 |
| 4.1. Presentación de datos considerando el sexo de los sujetos .....                               | 27 |
| 4.2. Presentación de datos considerando los grupos etarios .....                                   | 30 |
| 5. CONCLUSIONES .....                                                                              | 31 |
| 6. DISCUSIÓN .....                                                                                 | 32 |
| 6.1. Propuesta para futuras investigaciones.....                                                   | 32 |
| REFERENCIAS .....                                                                                  | 33 |
| ANEXOS.....                                                                                        | 38 |
| Anexo 1. Instructivo de toma de datos digitales.....                                               | 38 |
| Anexo 2. Gráficas de diferencias significativas y normalidad diferenciado por sexo. ....           | 41 |
| Anexo 3. Tabla y gráficos de diferencias significativas diferenciado por grupo etario y sexo. .... | 45 |



## INDICE DE TABLAS

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Tabla comparativa de metodología de medición manual y digital ..... | 18 |
| Tabla 2. Mediciones antropométricas.....                                     | 22 |
| Tabla 3. Grupos etarios .....                                                | 26 |
| Tabla 4. Resultados de datos antropométricos separados por sexo .....        | 27 |
| Tabla 5. Análisis de datos entre sexo con el valor p.....                    | 28 |
| Tabla 6. Tabla de promedios de sexo separados por grupo etario.....          | 30 |
| Tabla 7. p Valor por grupo etario y sexo.....                                | 45 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Ejemplo de modelos digitales (Ball et al., 2010) .....     | 18 |
| <i>Figura 2. Puntos de marcaje</i> .....                             | 21 |
| Figura 3. Sistema de escáneo 3D facial .....                         | 22 |
| Figura 4. Dimensiones antropométricas faciales .....                 | 24 |
| <i>Figura 5. Proceso de recolección de datos</i> .....               | 25 |
| Figura 6. Gráfica de protrusión de nariz, diferenciando el sexo..... | 29 |
| Figura 7. Gráfica de anchura de la base de la nariz .....            | 29 |

## RESUMEN EJECUTIVO

La antropometría cumple un rol importante dentro de la ergonomía. Conocer sobre ella nos permite poder aplicarla al momento de diseñar elementos de protección personal (EPP), puestos de trabajo, diseño de máquinas y herramientas en el área laboral. Esto ayuda a que los productos estén pensados en los trabajadores, ayudando al bienestar y seguridad de estos.

Hay varios estudios que evidencian altas cifras de accidentes y enfermedades laborales en diferentes países. Muchos de estos son evitados gracias a los EPP que se implementan para proteger a los trabajadores, por ejemplo, cascos, gafas, mascararas, etc.

Para que los EPP funcionen de manera eficaz, en Chile y en otros países hay normativas y protocolos que regularizan los EPP destinados a los trabajadores. En nuestro país, la mayoría de los productos provienen del extranjero, por lo que deben ser regularizados para verificar que son productos de buena calidad. En la actualidad nacional, los protocolos solo se enfocan en la eficacia de los EPP, mas no en la adecuación que debiesen tener considerando las dimensiones antropométricas de la población.

Esta investigación es descriptiva de corte transversal, dado que se recopilaron datos y fueron analizados. La recolección de datos fue de trabajadores pertenecientes a la Región de Bernardo O'Higgins y la Región Metropolitana.

El proceso para recolectar los datos comenzó agrupando a los trabajadores y ubicando puntos referenciales en la zona de la cara y posteriormente, con ayuda de un escáner 3D, se tomaron fotografías las cuales arrojaron imágenes tridimensiones de los individuos. Permitiendo calcular las dimensiones antropométricas faciales.

Para esto se marcaron a 349 trabajadores, 164 mujeres y 185 hombres. Esto permitió realizar análisis haciendo comparaciones por sexo y edad. Se pueden evidenciar diferencias significativas en la mayoría de las dimensiones, tanto por edades y por sexo.

Poder conocer estas dimensiones, permitirá que en un futuro sean consideradas para evaluar el ajuste existente entre los EPP y los trabajadores chilenos. Siendo esto de gran importancia para poder evitar y disminuir los accidentes y enfermedades profesionales, y aumentar la productividad.

## 1. INTRODUCCIÓN

La ergonomía según la Asociación Internacional de Ergonomía la define como una disciplina científica que ayuda a comprender la interacción entre los seres humanos y los componentes de un sistema (IEA, 2020). Esta disciplina, según Gómez y Martínez (2002), puede aplicarse en diferentes ámbitos, pero menciona el trabajo como uno de los principales. Esta área se enfoca en estudiar al trabajador, teniendo en cuenta las herramientas y tareas que se relacionan en la actividad laboral y así lograr prevenir accidentes y lesiones, además de aumentar la satisfacción laboral y la productividad.

Dentro de la ergonomía, se encuentra la antropometría, la cual permite diseñar objetos pensados en las personas, también permite evaluar el desarrollo físico de las personas y/o de la población (Lescay et al., 2017).

Poder conocer los datos antropométricos nos va a ayudar a que los elementos que útil estén adaptados al uso de las personas. Estos datos pueden utilizarse en los equipos de protección personal, puestos de trabajo y diseño de máquinas, lo que incrementa la seguridad y bienestar en las personas, y además en la eficacia del elemento. (López et al., 2019)

Los equipos de protección personal (EPP) son utilizados como el último nivel de control y defensa a los trabajadores que se desenvuelven en áreas laborales en donde las medidas de cuidado no son suficientes para protegerlos. Dentro de estos EPP, se encuentran los respiradores, arnés, guantes, cascos, entre otros. Estos, suelen utilizarlos los trabajadores que se desempeñan como agricultores, bomberos, médicos y trabajadores industriales. (Hsiao, 2013)

En el año 2020, se realizó un estudio en España en donde se evidenció dentro de las lesiones oculares, un gran porcentaje son provocadas por fragmentos o cuerpos extraños, afectando el segmento anterior del globo ocular. (Martín-Prieto et al., 2020)

A nivel global, las enfermedades respiratorias son muy frecuentes. Estas generan una alta demanda asistencial debido a sus complicaciones a exacerbaciones frecuentes. En Chile, las consultas por asma en todas las edades y por enfermedad pulmonar obstructiva crónica en los mayores de 45 años, son las más frecuentes día a día (Gobierno de Chile, 2010).

Las enfermedades respiratorias cuando pasan a ser crónicas, comienzan a deteriorar la calidad de vida de las personas. Algunas de las causas pueden darse por factores

personales, por ejemplo, el humo de tabaco o la exposición ocupacional a polvos, humos y productos químicos (Ministerio de Salud, 2011).

La SUSESO, el año 2021 presentó un informe donde se puede observar que dentro de las denuncias por enfermedades profesionales se encuentran las enfermedades respiratorias laborales y no laborales. Dentro de la totalidad de las denuncias de las patologías respiratorias, un 7% fueron determinadas como laborales. Además, dentro de ese año, se consideró los confirmados por Covid 19, dado el contexto de la pandemia, los cuales fueron un 70% declarados laborales y un 30% como no laboral. Una de las medidas para evitar estas enfermedades es utilizar mascarillas. Así lo implemento Singapur para la pandemia pasada, donde se recomendó y ordenó a los trabajadores de la salud utilizar mascarillas N95 que estuvieran expuestos en trabajos de alto riesgo de contagio del Covid 19. (Ong et al., 2020)

En Chile, existen diferentes protocolos que regularizan el uso de EPP por los trabajadores, dado que para protegerlos se pueden utilizar implementos de fabricantes nacionales o internacionales. Estos protocolos se enfocan principalmente en la calidad de los productos, dejando de lado la adecuación antropométrica de la población.

En la actualidad, existen documentos en donde se presentan medidas antropométricas de la población chilena, uno de ellos fue generado por la Mutual de Seguridad en conjunto con la Universidad de Valparaíso, llamado Tablas de Antropometría de la Población Trabajadora Chilena (Castellucci et al., 2017). Además, hay dos estudios sobre antropometría facial en Chile, en donde en ambos casos se muestran análisis de los datos, los cuales fueron obtenidos mediante mediciones de forma manual (Rodríguez et al., 2020, 2022).

Hay que considerar que en Chile los equipos de protección personal faciales existentes vienen del extranjero, los cuales son diseñados en base a normas de sus respectivos países, provocando un posible desajuste (Rodríguez et al., 2020).

Un equipo de protección facial no adecuado podría provocar problemas de eficacia en su uso, en donde zonas de nariz y barbilla pueden presentar fugas de aire al tener un mal ajuste (Calderón-Alegre et al., 2019), poniendo en peligro a los trabajadores, los lugares de trabajo y los productos utilizados por estos (Castellucci et al., 2019). Es por esto que para que un diseño de EPP sea eficaz, es un gran desafío, además porque el ajuste debe estar pensado para poblaciones específicas de trabajadores. Para que esto sea posible se debe hacer un buen análisis de las características del cuerpo humano. (Hsiao, 2013; Hsiao et al., 2015)

No basta con considerar los protocolos existentes en Chile para proteger a los trabajadores de enfermedades profesionales, ya que el desajuste puede provocar enfermedades respiratorias, como lo son la Silicosis, Asbestosis, Talcosis, Beriliosis, Neumoconiosis del carbón, Bisinosis, Canabiosis, Bronquitis, Neumonitis, Enfisema y

Fibrosis Pulmonar de origen químico, Asma Bronquial y el Cáncer pulmonar y de las vías respiratorias, mencionadas en la Ley 16.744, Decreto Supremo 109, del 7 de junio de 1968 (Ley de accidentes y enfermedades laborales, Ley no. 16.744 de 2022).

Lo ideal sería poder obtener los datos antropométricos faciales de la población trabajadora chilena. Para esto se debe recolectar las dimensiones de un grupo de personas, en donde los métodos existentes para poder adquirirlas pueden ser manuales o digitales.

Una buena herramienta para poder considerar la antropometría facial en el diseño puede ser mediante escáner 3D, esta tecnología genera muchos beneficios al momento de crear objetos, ya que ayuda a poder obtener dimensiones complejas, como curvaturas, volúmenes, áreas, circunferencias, entre otros (W. Lee et al., 2018a)

Menéndez (2021) nos habla de que la fotografía facial tridimensional permite evaluar las proporciones faciales, además, el poder considerar puntos fáciles disponibles en el modelo 3D permiten un análisis completo de la cara. Por último, nos indica que en la actualidad hay estudios que evidencian la precisión de la fotografía tridimensional en comparación con otras modalidades de imagen tradicionales (Menéndez, 2021). Junto con esto Robinette (2012) complementa esta información, en donde además explica que la antropometría 3D es capaz de capturar cambios de contorno o la distribución de tejidos blandos. Además, esta tecnología se puede complementar con el fit mapping, permitiendo identificar problemas de ajuste (Robinette, 2012). Esto también facilita la opción de aplicar un Análisis de Componentes Principales (ACP) en problemas que involucren dos variables o más que estén interactuando entre sí. Esto se puede reflejar al momento de diseñar un producto como un casco, en donde al momento de diseñar lo ideal es contar con un modelado de la superficie total del cráneo de una muestra representativa y no solo una dimensión. Esto es aplicable a otros EPP, como guantes, gafas, etc. Con los datos antropométricos disponibles actualmente a nivel nacional, no es posible determinar con alta precisión los ajustes y tamaños de los EPP de uso habitual (Castellucci et al., 2019; Rodríguez et al., 2020)

Es por esto, que a través de este estudio antropométrico 3D de la población trabajadora chilena, siendo el primero, se busca generar una base de datos actualizada de dimensiones antropométricas, así también, poder dar la opción a desarrollar modelos digitales de las/os trabajadoras chilenas/os que permitan un buen diseño y evaluación de EPP, en donde estos puedan incorporarse en softwares de simulación para lograr evaluar la seguridad y eficacia de los productos.

Para el levantamiento de base de datos antropométricos faciales para el presente estudio se realizó una intervención para escanear la cabeza de trabajadores chilenos que residen en la Región Bernardo O'Higgins y en la Región Metropolitana. Esto permitió obtener imágenes tridimensionales, las cuales fueron analizadas en el Laboratorio del Centro de

Estudios del Trabajo y Factores Humanos de la Universidad de Valparaíso (CETyFH-UV)  
en el segundo semestre del presente año.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antropometría y ergonomía**

Los datos antropométricos pueden utilizarse en diferentes contextos, como en escuelas, ensamblaje de automóviles, transporte público, trajes espaciales, entornos industriales (Castellucci et al., 2020; Omić et al., 2017), herramientas manuales (Bylund & Burström, 2006), herramientas agrícolas (Syuaib, 2015), equipamiento deportivo para personas con discapacidad (Bragança et al., 2019) y EPP (Du et al., 2008), por ejemplo, guantes (Hsiao et al., 2015).

No tener en cuenta la antropometría de usuarios finales específicos ciertamente puede comprometer la salud, la seguridad y la sostenibilidad del producto (Castellucci et al., 2020; Nadadur & Parkinson, 2013).

Por ejemplo, un mal diseño de una estación de trabajo provoca esfuerzos musculares estáticos, generando fatiga muscular localizada, y afectando el rendimiento y productividad del trabajador. Generar cambios pequeños en las dimensiones del área de trabajo puede tener un gran impacto en la salud, seguridad y productividad del trabajador (Omić et al., 2017).

La llegada de la pandemia por Covid-19, ayudó a poner a prueba el ajuste y la comodidad que generan los EPP, dado que los trabajadores, en este caso los trabajadores del área de la salud, los utilizan durante prolongados periodos de tiempo, y estos no pueden ser ajustados con frecuencia debido a los protocolos preventivos (Hignett et al., 2021).

El brote de este virus, generó varias medidas preventivas que se deben seguir. Dado la forma en que se transmite este, se puso énfasis en utilizar mascarillas, respiradores, gafas, protectores faciales, delantales y capuchas. En el Reino Unido se pudo evidenciar mediante un estudio, que los trabajadores de Salud presentaron problemas importantes con el ajuste y la comodidad de los EPP faciales (máscaras, gafas, viseras, etc), disminuyendo el rendimiento (Hignett, Welsh, & Banerjee, 2020). Junto con esto, un estudio en Singapur mostró que existe un aumento significativo de dolores de cabeza y molestias de presión en algunas zonas de la cabeza, producto a los EPP (mascarillas, gafas y viseras) que debían utilizar los trabajadores de la salud (Ong et al., 2020).

Estas son razones suficientes para reducir lo más posible el desajuste existente entre el usuario y el diseño. Un porcentaje óptimo en la reducción del nivel de desajuste puede

llegar a ser de un 10% en los EPP, e incluso de un 2% en Equipos de Protección Respiratoria (EPR) (Pheasant & Haslegrave, 2006; Robinette, 2007)

Poder disminuir el desajuste, es de vital importancia, dado que esto ayudaría a reducir las enfermedades respiratorias de origen laboral, las que se mantuvieron entre un 1%-2% desde al año 2016 al 2019. Y con la llegada de la pandemia este número tuvo un alza, llegando a un 10% en el total de las enfermedades profesionales (SUSESO, 2021).

Un estudio realizado en Perú, habla de que la Organización Internacional del Trabajo (OIT) evidenció que algunas de las 2,2 millones de muertes por enfermedades profesionales, se relacionan con la exposición de agentes químicos en el trabajo. Por lo que deciden hacer uso de la antropometría al momento de seleccionar las tallas de los respiradores de un grupo de trabajadores en la construcción civil. También se menciona que en Perú no cuentan con guías o documentos que permitan regularizar la selección de respiradores, por lo que se basaron en recomendaciones que realiza el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) y apoyándose de normas que entrega la Asociación Española de Normalización (UNE) (Calderón-Alegre et al., 2019)

Cuando el diseño no se logra adaptar a los usuarios finales, es cuando se produce el desajuste. Esto ocurre cuando las dimensiones antropométricas comprometidas están por debajo o encima de los límites de las dimensiones del producto (Castellucci et al., 2016).

El proceso de un diseño de un EPP con un ajuste óptimo para rostro, cabeza y manos, se debe comenzar por realizar un análisis de los datos antropométricos de la población o grupo étnico objetivo. La preferencia de los diseñadores, son los informes antropométricos y los estándares, dado que así se evitan realizar cálculos complejos y poder facilitar el proceso (Ranger et al., 2019).

Por otra parte, recientemente han aparecido nuevas formas de generar análisis corporales, como lo son las digitales . Estas no se limitan a generar mediciones de una sola dimensión como lo son los métodos tradicionales, sino que logran capturar y medir geometrías más complejas, es decir, de tres dimensiones. Esto se logra con los escáner 3D, que ayuda a que el proceso de medición sea más rápido y práctico (Simenko & Cuk, 2016). Esto entrega un modelado que permite obtener formas con información importante sobre la variación de formas, y se ha demostrado que gracias a esto se han logrado mejoras en el ajuste de los productos analizados (Shu, Xi, Azouz, & Meunier, 2009).

Los beneficios que entrega la antropometría 3D ya se han puesto a prueba en diferentes productos, por ejemplo, en cascos, mejorando sus dimensiones y peso (Liu et al., 2008), y en mascarillas respiratorias, donde se logró mejorar su ajuste (Chu et al., 2015)

Entonces, los EPP son elementos individuales que se utilizan por trabajadores para poder protegerlos frente a posibles riesgos que puedan afectar su integridad en el desarrollo de

sus tareas y actividades laborales (Asociación Chilena de Seguridad, n.d.). Dentro de estos podemos encontrar EPP que son utilizados en área de la cabeza, en donde la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) los distingue por:

- Protección de ojos y cara: siendo estos anteojos especializados para diferentes tipos de riesgos (partículas, líquidos, humos, vapores, gases, radiaciones).
- Protección de ojos y/o facial: pueden ser máscaras con lentes de protección o protectores faciales.
- Protección de las vías respiratorias: destinados a proteger a los trabajadores de la contaminación del aire que respiren en su entorno laboral, dentro de estas se observan los respiradores con purificador de aire, respiradores con suministro de aire y los respiradores autónomos.

A continuación, se hablará sobre aspectos relevantes de EPP e instrumentos que se podrían beneficiar al utilizar los datos antropométricos 3D recolectados en esta propuesta:

### **2.1.1. Elementos de protección respiratoria**

Los EPP son elementos individuales que se utilizan por trabajadores para poder protegerlos frente a posibles riesgos que puedan afectar su integridad en el desarrollo de sus tareas y actividades laborales (Asociación Chilena de Seguridad, s.f.), por lo que los EPP se utilizan para proteger a los trabajadores de riesgos por exposición a químicos, humo y diferentes sustancias volátiles.

Cada día se habla más sobre la contaminación del aire a nivel mundial. Es por esto que la protección contra esto cumple un papel significativo que va creciendo cada vez más, por lo que la va aumentando la importancia de los respiradores y mascarillas en la vida cotidiana (Chen et al., 2015). Lo hemos podido evidenciar este último tiempo con la llegada de la pandemia provocada por el Covid-19, donde se publican diferentes medidas de prevención tanto como para civiles y trabajadores, y que cada país cuenta con diferentes protocolos de protección. El diseño ergonómico se vuelve cada vez más esencial en la sociedad, generando una evidente tendencia en las actividades del diseño (Fan et al., 2019).

Para la protección a los usuarios frente a los contaminantes existentes en el aire en el lugar de trabajo, la eficacia en el ajuste facial se vuelve crucial para así evitar enfermedades (Lee et al., 2016). En un estudio realizado por Oestenstad y Bartolucci, (2010) se presentan algunos efectos significativos sobre las fugas presentadas al momento de utilizar respiradores de media máscara, además, se muestra que las dimensiones tuvieron un mayor efecto, en donde hubieron diferencias importante entre

las medidas faciales de los trabajadores cuyo respiradores presentaron fugas y los que no.

En los años 70, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) solicitó ayuda al Laboratorio Nacional de Los Alamos (LANL) para poder desarrollar paneles que representaran al 95% de la población trabajadora de los Estados Unidos, para así poder evitar el desajuste existente en los respiradores. Para esto se basaron en dos dimensiones faciales: largo y ancho del rostro para mascarillas faciales completas, y largo del rostro y ancho de labios para mascarillas de media cara. Se generaron correlaciones utilizando estudios antropométricos realizados en 1968, con muestras de sujetos masculinos y femeninas de la Fuerza Área de Estados Unidos (Hack & McConville, 1978). Al paso del tiempo, en el año 2005, se realizó un estudio con una muestra de 3.997 individuos, contemplando hombres y mujeres de diferentes edades, y cuatro estratos étnicos (hispanos, afroamericanos, caucásicos y otros). En la investigación se logró evidenciar una baja representación entre los sujetos medidos utilizando los paneles LANL (Zhuang & Bradtmiller, 2005). Es por esto que, el año 2007 se desarrollaron nuevos paneles de ajustes para lo respiradores mencionados anteriormente (Zhuang et al., 2007).

En el contexto nacional, la producción industrial es nula o muy mínima, esto se debe a que las fuentes principales de ingreso del país son la minería y la agricultura. Por consecuencia, los productos que se compran para la protección de los trabajadores y su comodidad provienen del exterior, en donde son fabricados principalmente en países europeos y en China. Esto puede provocar que exista un nivel de desajuste importante entre los productos y las dimensiones corporales (entre ellas, faciales) de los trabajadores chilenos (Castellucci et al., 2019). Esto mismo, genera que la calidad de los productos se mida en base a normas técnicas extranjeras. En nuestro país quién se encarga de controlar y certificar los EPP y EPR es el Instituto de Salud Pública (ISP). El cual, el cual cumple un rol importante en la salud ocupacional, por lo que en 2009 se implementó el Registro de Fabricantes e Importadores (RMI) de EPP. Este organismo permite que los comercializadores de EPP puedan validar la certificación de calidad que estos obtuvieron en el exterior, pero esto provoca que aun siendo certificados los EPP, estos provengan de diferentes países, con diversas dimensiones.

### **2.1.2. Diseño de EPP para ojos y cara**

El comité ISO TC94 SC6 para Protección Ocular y Facial se contactó con NIOSH solicitando ayuda para el desarrollo de formas de cabeza estandarizadas para ser incorporadas en futuros estándares ISO. Se seleccionaron 11 medidas antropométricas de cabeza y cara para poder definir las dimensiones relevantes para los dispositivos de protección ocular. Estas medidas son: ancho de la cara, distancia Inter pupilar, anchura de la base de la nariz, anchura frontal mínima, anchura del ala de la nariz, anchura anatómica de la nariz, longitud del puente nasal, distancia canto interno, distancia canto

externa y las distancias vertical y horizontal desde el vértice del ojo hasta la parte superior de la oreja, que es donde reposan las gafas (Niezgoda & Zhuang, 2015).

### **2.1.3. Diseño de equipo de protección para la cabeza (casco)**

Conocer la forma y dimensiones de la cabeza humana, es información importante para diferentes áreas, como lo es el diseño, medicina y antropometría. Gracias a este conocimiento, se logran hacer productos para proteger a los trabajadores en el área laboral. Para que un casco logre una óptima eficiencia y brinde una buena seguridad, la forma, el tamaño y el peso deben ajustarse lo más posible a las cabezas que se deben proteger. Este proceso puede dificultarse en algunos casos, dado que la información antropométrica existente para poder diseñar, puede ser engañosa o errónea, conduciendo a dimensiones deficientes del casco (Meunier et al., 2000).

Se debe tener en cuenta que existe una suposición de que, si la longitud de la cabeza aumenta, se espera que el ancho de la cabeza también lo haga, de forma proporcional. No siempre esto es así, ya que la forma de la cabeza no se escala linealmente con tamaño, las cabezas más pequeñas son más redondas y las más grandes son más alargadas (Lacko et al., 2017). Esto indicaría que, al momento de diseñar, se debe tener en cuenta el tamaño y la forma de la cabeza.

## **2.2. Realidad de los datos antropométricos en Chile**

En Chile, existen 2 base de datos publicadas. La primera fue en el año 1997, en donde se recolectaron datos de 1995, generando tablas antropométricas de la población (Castellucci et al., n.d.) Luego, se realizó una investigación en donde se recolectaron nuevamente datos de la población, pero esta vez más actualizados (año 2016). De esta forma, se pudo evidenciar un crecimiento secular en las 19 dimensiones comparadas (Castellucci et al., 2019). Este crecimiento, se define como un aumento en la estatura media o en la altura entre personas de la misma edad de generaciones sucesivas (Steenbekkers, 1993). Este aumento secular, según un estudio, ocurre en diferentes países, en donde el promedio de este crecimiento se encuentra entre 0,7 cm y 4 cm cada diez años (Fredriks et al., 2000).

En el estudio de Castellucci et al., mencionado anteriormente, es importante destacar que las medidas recolectadas fueron tomadas de forma manual. En su muestra más reciente, sólo se consideraron las dimensiones de cabeza y manos. En donde fueron dos dimensiones de cabeza y rostro: perímetro cefálico y cuello. Y tres dimensiones de mano: largo, ancho con pulgar y sin pulgar. Faltando otras dimensiones importantes para poder diseñar EPP (Castellucci et al., 2019a).

También, la Mutual de Seguridad en conjunto con la Universidad de Valparaíso, realizó un documento donde se muestran tablas antropométricas de los trabajadores chilenos diferenciadas por género. Esta se realizó con el fin de actualizar los datos antropométricos que se obtuvieron en otro estudio el año 1997 (Castellucci et al., 2017).

El Instituto de Salud Pública de Chile, realizó un estudio de antropometría facial de la población del país en donde se quiso conocer las características faciales de los trabajadores en Chile, y así determinar si los EPR fabricados y certificados en el extranjero, representaban las dimensiones nacionales (Instituto de Salud Pública de Chile, 2015).

## **2.3. Regularizaciones de EPP y normas**

### **2.3.1. Regularizaciones de EPP**

Como se mencionó anteriormente, el ISP se encarga de regularizar y certificar los EPP, esto es posible gracias a los siguientes documentos:

- Protocolo de pruebas de ajuste cualitativa para equipos de protección respiratoria: Si bien se habla de la importancia de que el ajuste debe ser hermético para evitar que el trabajador inhale sustancias tóxicas, no se muestra en ningún apartado del documento la importancia de la antropometría para evitar esto. Sólo se muestra que este protocolo cuenta con pruebas de ajuste cualitativas, en donde se pone a prueba el uso del EPP frente a diferentes sustancias (Instituto de Salud Pública, 2019)
- Guía para la selección y control de protección respiratoria: En esta guía se muestran criterios técnicos y recomendaciones para el uso, limpieza, mantención y almacenamiento que deben cumplir las empresas al momento de adquirir un EPP. Se muestra que los EPP deben cumplir con una certificación y un documento de conformidad. También se presentan las diferentes situaciones que requieren el uso de un equipo de protección respiratorio (EPR) (Instituto de Salud Pública de Chile, 2009).

### **2.3.2. Normas**

Para llevar a cabo la siguiente investigación, se estudiaron y utilizaron las siguientes normativas:

- ISO/TS 16976-2: entrega información técnica sobre factores relacionados con la antropometría humana, fisiología, ergonomía y desempeño para la preparación de estándares para el diseño, prueba y uso de dispositivos de protección respiratoria (ISO, 2015). Esta, además nos entrega las medidas que deben considerar (circunferencia de la cabeza, arco coronal, arco frontal, arco subnasal, arco de la barbilla, circunferencia de cuello, anchura de la cabeza, profundidad de la cabeza, anchura frontal mínimo, anchura frontal máximo, anchura de cara, anchura de mandíbula, anchura de la base de la nariz, anchura del ala de la nariz, anchura de la boca, largo de la nariz, largo de cara, protrusión nasal, distancia Inter pupilar, peso, estatura).
- La norma ISO 15535:2012: da a conocer los requisitos que se deben tener en cuenta para las bases de datos antropométricas y los informes asociados. También da información sobre las características de los usuarios, métodos de muestreo, elementos de medición y estadísticas, para así poder hacer comparaciones entre diferentes poblaciones. (ISO,2012)

## **2.4. Técnicas de recolección de datos: Manual y 3D.**

### **2.4.1. Recolección manual**

El tipo de medición directa, también llamada tradicional, suele ser un método económico, dado que se utilizan herramientas como cintas métricas flexibles, antropómetros fijos y móviles, para así obtener datos unidimensionales (1D) como son las distancias y las circunferencias (Milián et al., 2014). Estas medidas pueden verse afectadas manifestando errores, esto debido a que la persona que está midiendo se equivoque o que la persona que está siendo medida se mueva. Este método requiere tiempo, ya que hay que recolectar numerosas dimensiones (Viviani et al., 2018).

### **2.4.2. Recolección 3D**

Como se mencionó anteriormente, este método para medir las dimensiones del cuerpo ayuda a poder conocer medidas complejas, como curvaturas y volúmenes. (W. Lee et al., 2018b), cambio de contorno, las ubicaciones de los puntos de referencia tridimensionales o la distribución de tejidos blandos. Con la tecnología que cuenta este método, se pueden identificar problemas con el ajuste utilizando el fit mapping, lo que facilita la aplicación de análisis de componentes principales (ACP) en problemas que involucren más de dos variables que interactúen entre sí (Robinette, 2012). Si un diseñador desea crear un EPP, como un protector facial, no le va a bastar contar solo con una dimensión, como la

circunferencia de la cabeza, sino que va a necesitar más información. Idealmente, contar con un modelado (Figura 1) de la superficie total con la cual se va a trabajar.

Estos equipos cuentan con cámaras que se encargan de tomar muestras en imágenes tridimensionales, las cuales entregan información relevante mediante puntos (X,Y,Z) (Ferrer, 2017). Es por esto que es una buena alternativa para solucionar algunos problemas de los métodos tradicionales. Pero también, puede presentar fallas en la imagen, distorsión de la perspectiva, la resolución de la cámara, error de marcación, entre otros (Daanen and Psikuta, 2018).

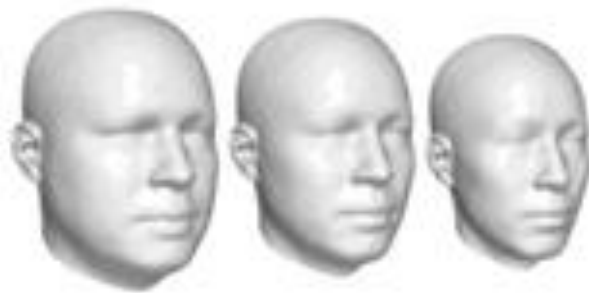


*Figura 1. Ejemplo de modelos digitales (Ball et al., 2010)*

A continuación, se puede observar en la Tabla 1, una comparación en cuanto a las medidas tomadas con la metodología manual y con escáner 3D, basándose en este estudio y en los estudios realizados en Chile mencionados anteriormente.

*Tabla 1. Tabla comparativa de metodología de medición manual y digital*

| Metodología    | Beneficio                                                                                                                         | Dificultad o problema                                                                                                |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Escáner</b> | Abarca áreas con volumen.                                                                                                         | Pueden generarse mal formaciones en las imágenes, dificultando la toma de medidas.                                   |
|                | No es necesario medir de forma manual cada punto, basta con tener el conocimiento y la práctica de saber dónde ubicar cada punto. | Pueden existir zonas sin cuerpo, ya sea por una mala metodología al escanear o por factores ambientales como la luz. |

## Manual

Las medidas son generadas con la ayuda de un software.

Permite agilizar el proceso de análisis al estar todo de forma digital.

El profesional que hará las mediciones se asegura de que los puntos estarán correctos, y que no faltarán, para poder medir correctamente.

El vello facial, cabello u ropa, no afecta tanto al momento de medir, no así al momento de generar una imagen.

Se tiene a la persona en el lugar, ayudando a que las medidas sean tomadas de mejor manera

El vello facial, puede arrojar una medida incorrecta.

Se debe contar con un buen equipo que contenga el conocimiento adecuado para marcar los puntos específicos en sus respectivas áreas.

La falta de práctica y conocimiento, puede afectar el valor de cada medida.

La persona la cual se va a medir puede sentir incomodidad al momento de utilizar los instrumentos para medir.

El proceso de análisis de los datos puede ser un poco más lento, dado que hay que ingresar cada medida de cada individuo a un software.

**Nota:** Elaboración propia en base a información presentada anteriormente.

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Objetivos

#### 3.1.1. Objetivo general

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

### **3.1.2. Objetivos específicos**

- a. Describir las dimensiones antropométricas faciales de los trabajadores chilenos.
- b. Determinar las diferencias antropométricas por género y edad.

### **3.2. Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo descriptiva de corte transversal, ya que se busca recopilar datos, analizarlos y describirlos, generando una base de datos para beneficios futuros. El análisis a realizar será estadístico, por esto mismo, este trabajo cuenta con un enfoque cuantitativo.

### **3.3. Muestra**

En este estudio se realizaron tomas de *scanner* 3D para poder obtener datos antropométricos faciales de trabajadores chilenos. El total de participantes fue de 349 trabajadores, siendo hombres y mujeres con un rango de edad entre 18 a 69 años.

### **3.4. Aspectos éticos**

Dado que para el presente estudio se realizaron escaneos 3D a las/os trabajadoras/es chilenos que deseaban participar de forma voluntaria, se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Consentimiento informado a las/os participantes.
- Datos confidenciales.
- Aprobación por el Comité de Ética del Instituto de Salud Pública.

### **3.5. Técnicas de recolección**

#### **3.5.1. Captura de datos**

La recolección de datos comenzó el año 2013, en donde se capacitó a un grupo de personas para poder realizar la intervención a los trabajadores, este grupo se dividió en lo siguiente:

- Personas de apoyo: encargaron de distribuir el consentimiento informado y organizar las salidas y entradas a la sala de medición.
- Persona evaluadora: encargado de manipular el equipo de escáner.

Las personas además debían generar una marca en el rostro de cada trabajador en puntos específicos, estos se pueden observar en la Ilustración 1 y ver las especificaciones en la Tabla 2. Para lograr esto, se les enseñó cómo y dónde debían realizar esta marca.

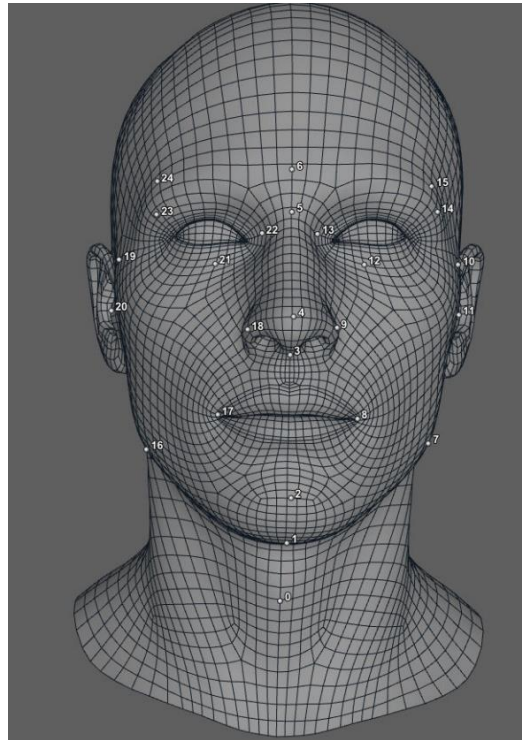


*Figura 2. Puntos de marcaje*

Nota: 0: Nuchale, 1: Menton, 2: Promentale, 3: Subnasale, 4: Pronasale, 5: Sellion, 6: Glabella, 7/15: Gonion, 8/17: Cheilion, 9/18: Alare, 10/19: Zygion, 11/20: Tragion, 12/21: Infraorbitale, 13/22: Nasal root, 14/23: Zygofrontale, 15/24: Frontotemporale.

Al tener a cada trabajador con las respectivas marcas, se realizó un escaneo individual. Para esto, se utilizó un equipo de marca 3dMD, modelo cranial 4 System, el cual cuenta con un nivel de error menos a 0,2 mm. El equipo actualmente es el único en el país y pertenece al Instituto de Salud Pública, se puede observar en la Ilustración 2. Junto con esto, se utilizó un notebook para poder ejecutar el Software del equipo, llamado 3dMDpatient.



Figura 3. Sistema de escáneo 3D facial

Tabla 2. Mediciones antropométricas.

| Medición antropométrica      | Definición                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Arco coronal.</b>         | Distancia entre el tragión derecho e izquierdo pasando a través de la cabeza por el plano coronal. Tragión: es el punto superior sobre la unión de la aleta cartilaginosa de la oreja con la cabeza.                                                            |
| <b>Arco frontal.</b>         | Distancia entre el tragión derecho e izquierdo pasando más arriba de la cresta de las cejas.                                                                                                                                                                    |
| <b>Arco subnasal.</b>        | Distancia entre el tragión derecho e izquierdo pasando a través de la referencia subnasal. Subnasal: es el punto de intersección del philtrum (surco del labio superior) con la parte inferior de la nariz, en el plano medio sagital.                          |
| <b>Arco de la barbilla.</b>  | Distancia entre el tragión derecho e izquierdo pasando a través del punto anterior de la barbilla. El sujeto está sentado mirando hacia delante y con los dientes juntos. Se ejerce la suficiente presión como para mantener contacto entre la cinta y la piel. |
| <b>Anchura de la cabeza.</b> | Máximo ancho de la cabeza medido en el plano sobre las orejas.                                                                                                                                                                                                  |

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Anchura frontal mínimo.</b>         | Corresponde a la distancia entre la referencia frontotemporal izquierda y derecha, sobre la cresta temporal de la frente. Frontotemporal: es el punto más profundo de la hendidura de la cresta temporal del hueso frontal sobre la frente. |
| <b>Anchura frontal máximo.</b>         | Corresponde a la distancia entre la referencia cigofrontal izquierda y derecha en el margen superior de cada cuenca ocular. Cigofrontal: es el punto lateral del hueso frontal sobre su proceso cigomático.                                 |
| <b>Anchura de cara.</b>                | Distancia horizontal máxima del rostro entre los arcos cigomáticos derecho e izquierdo.                                                                                                                                                     |
| <b>Anchura de mandíbula.</b>           | Distancia entre el gonion izquierdo y derecho sobre el vértice de la mandíbula. Gonion: es el punto lateral sobre el ángulo posterior de la mandíbula.                                                                                      |
| <b>Anchura de la base de la nariz.</b> | Corresponde aproximadamente a la mitad de la distancia entre el celion y el extremo interior del ojo. Celion: es el punto de la hendidura más profunda del hueso nasal en la parte superior de la nariz.                                    |
| <b>Anchura del ala de la nariz.</b>    | Distancia entre la referencia izquierda y derecha del ala sobre los costados de la ventana de la nariz.                                                                                                                                     |
| <b>Anchura de la boca.</b>             | Corresponde a la distancia entre la referencia izquierda y derecha del cheilion, en la esquina de la boca cerrada. Cheilion: es el punto de la unión del tejido carnoso de los labios con la piel del rostro en la comisura de la boca.     |
| <b>Largo de la nariz.</b>              | Corresponde a la distancia entre la referencia subnasal bajo la nariz y la referencia celion en el punto más profundo de raíz nasal.                                                                                                        |
| <b>Largo de cara.</b>                  | Distancia en el plano medio sagital entre la referencia del mentón en la base de la pera y la referencia celion en el punto más profundo de la raíz nasal.                                                                                  |
| <b>Protrusión nasal.</b>               | Corresponde a la distancia entre la referencia pronasal en la punta de la nariz y la referencia subnasal bajo la nariz. Pronasal: es el punto de la proyección anterior de la punta de la nariz.                                            |

**Nota:** Tabla realizada basándose en la norma ISO 16976-2

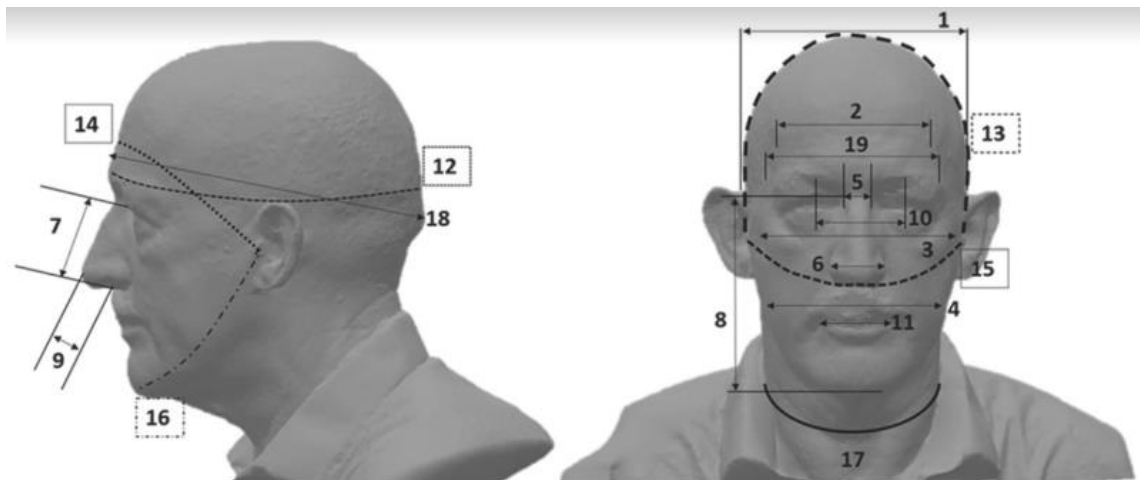


*Figura 4. Dimensiones antropométricas faciales*

**Nota:** 2. Ancho frontal mínimo, 3. Ancho de la cara, 4. Ancho de la mandíbula, 5. Ancho de la raíz nasal, 6. Ancho de la nariz, 7. Largo de la nariz, 8. Largo de la cara, 9. Protrusión de la nariz, 10. Distancia interpupilar, 11. Largo de la boca, 13. Arco coronal, 14. Arco frontal, 15. Arco subnasal, 16. Arco del mentón

### **3.5.2. Procesamiento de la información**

Luego de obtener todas las imágenes tridimensionales se procedió a cargarlas al programa MeshLab, en donde se alineó cada rostro en un punto de referencia para así obtener resultados más precisos y coherentes. Al tener los datos alineados, se utilizó un programa realizado en Python que permitía seleccionar los puntos. En este programa, en las imágenes se podían observar las marcas que se realizaron en los puntos definidos anteriormente, gracias a estos puntos, se logró realizar una identificación de cada marca. Para esto se debía abrir el archivo con formato .obj, para luego seleccionar cada punto marcado generando un punto cartesiano en un espacio con planos x,y,z. Con esto se podía exportar la información de cada punto para luego ser analizada en un programa llamado Wrap (Anexo 1). El resumen de este proceso se puede observar en la Ilustración 4.

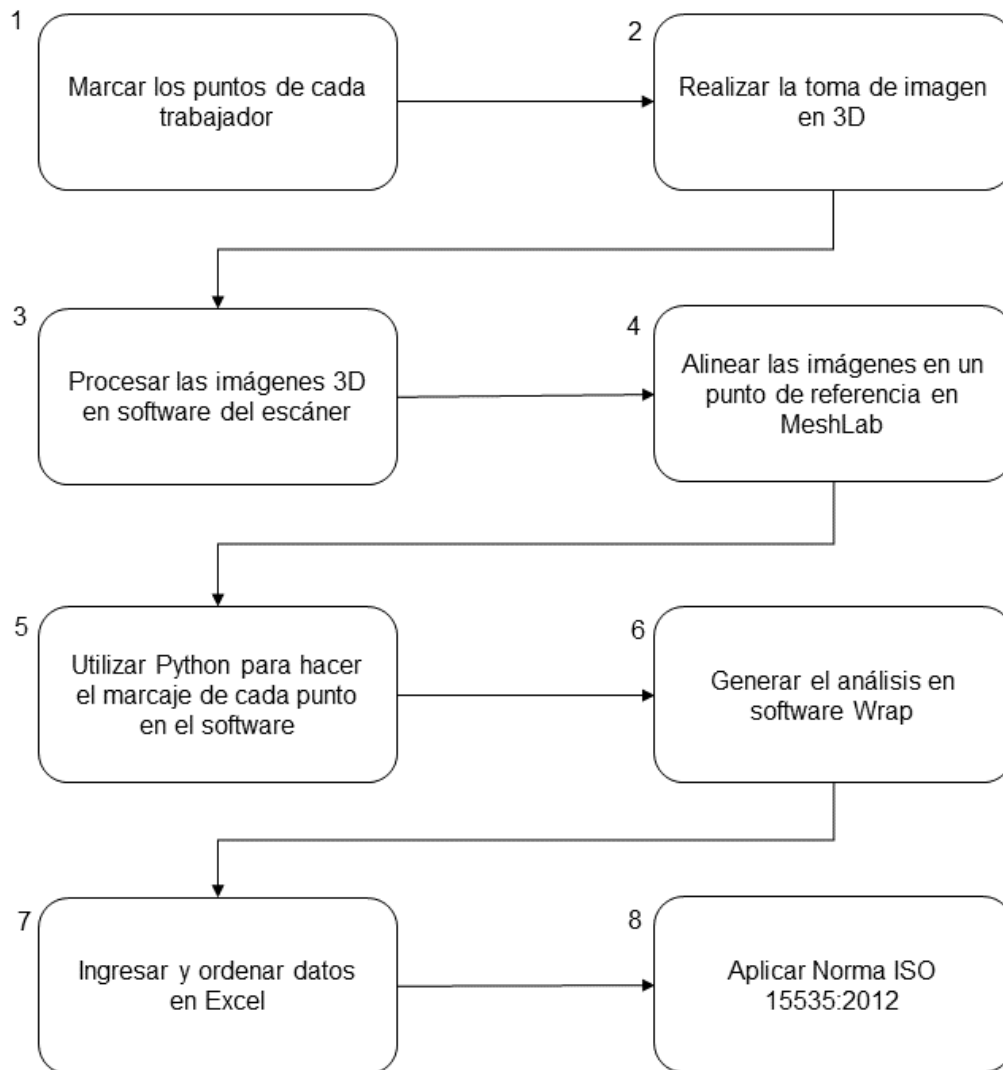


*Figura 5. Proceso de recolección de datos*

### **3.6. Análisis de datos**

Una vez obtenido los datos del análisis, estos fueron revisados nuevamente y ordenados en un Excel.

A modo general se observó que el largo de la cara varía entre los 171 mm y los 110 mm, también que el ancho de la cara máximo es de 165 mm y el mínimo es de 119 mm.

Además, utilizando la norma ISO 15535:2012, se tomó la decisión considerar los percentiles 5 , 50 y 95 de la muestra. Esto permite conocer los extremos de la población,

y así obtener el rango máximo y mínimo, el promedio de cada medida y la desviación estándar, lo que servirá para tener en consideración al momento de diseñar un EPP.

También, para poder realizar un análisis sobre las edades, se agruparon los sujetos en intervalos (18-44 y 45-69) esto se puede observar en la Tabla 3.

Se observaron los promedios, percentiles y desviación estándar por cada dimensión antropométrica.

Además, para poder llevar a cabo el análisis se plantearon las siguientes hipótesis:

- a) Conocer si existen diferencias significativas entre sexo.
  - H0: No existen diferencias significativas entre hombres y mujeres.
  - H1: Existen diferencias significativas entre hombres y mujeres.
- b) Conocer si existen diferencias significativas entre grupos etarios.
  - H0: No existen diferencias significativas entre grupos etarios.
  - H1: Existen diferencias significativas entre grupos etarios.

Para luego determinar que cuando los valores  $p < 0.05$  mostrarán diferencias significativas en ambos casos. Este valor fue calculado con ayuda de la prueba de T-Student y también ANOVA.

*Tabla 3. Grupos etarios*

|              | <b>Hombres</b> | <b>Mujeres</b> |
|--------------|----------------|----------------|
| <b>18-44</b> | 135            | 132            |
| <b>45-69</b> | 50             | 32             |
| <b>Total</b> | 185            | 164            |
| <b>Total</b> | 349            |                |

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Presentación de datos considerando el sexo de los sujetos

La Tabla 4 muestra los percentiles, la desviación estándar y el promedio de las 4.886 dimensiones que se obtuvieron de las 349 personas, estos fueron separados por sexo.

Tabla 4. Resultados de datos antropométricos separados por sexo

|                                       | Mujeres (N=164) |       |        |        |        | Hombres (N=185) |       |        |        |        |
|---------------------------------------|-----------------|-------|--------|--------|--------|-----------------|-------|--------|--------|--------|
|                                       | $\bar{X}$       | SD    | P5     | P50    | P95    | $\bar{X}$       | SD    | P5     | P50    | P95    |
| <b>Edad (años)</b>                    | 36,38           | 9,91  | 22,00  | 35,00  | 56,00  | 37,91           | 11,55 | 23,00  | 36,00  | 62,00  |
| <b>Anchura de la mandíbula</b>        | 113,75          | 7,95  | 102,13 | 113,36 | 128,78 | 123,50          | 9,27  | 109,07 | 123,75 | 138,60 |
| <b>Arco de la barbilla</b>            | 297,39          | 14,97 | 273,98 | 297,86 | 320,19 | 330,66          | 15,24 | 306,01 | 331,39 | 354,82 |
| <b>Arco frontal</b>                   | 299,78          | 14,57 | 279,56 | 299,08 | 323,59 | 313,04          | 12,58 | 293,72 | 312,66 | 332,67 |
| <b>Arco subnasal</b>                  | 279,61          | 15,67 | 257,83 | 280,72 | 298,89 | 301,83          | 12,98 | 280,68 | 303,16 | 322,40 |
| <b>Largo de cara</b>                  | 122,40          | 5,73  | 114,29 | 122,24 | 133,57 | 133,30          | 7,62  | 122,69 | 132,75 | 146,85 |
| <b>Anchura de cara</b>                | 139,46          | 5,31  | 131,58 | 139,64 | 148,29 | 146,42          | 6,12  | 137,59 | 146,65 | 156,01 |
| <b>Anchura de boca</b>                | 54,30           | 4,94  | 45,86  | 54,44  | 62,65  | 58,72           | 4,39  | 50,86  | 58,49  | 66,79  |
| <b>Anchura frontal máximo</b>         | 107,68          | 4,47  | 100,99 | 107,37 | 115,76 | 112,00          | 5,01  | 105,05 | 111,91 | 120,79 |
| <b>Anchura frontal mínimo</b>         | 103,62          | 4,76  | 96,78  | 103,94 | 111,81 | 107,25          | 5,30  | 99,37  | 107,58 | 116,45 |
| <b>Anchura de la base de la nariz</b> | 19,95           | 4,29  | 16,22  | 19,51  | 23,77  | 20,18           | 3,29  | 16,15  | 20,11  | 24,26  |
| <b>Anchura del ala de la nariz</b>    | 34,60           | 6,71  | 29,78  | 33,96  | 39,86  | 38,39           | 2,80  | 34,36  | 38,25  | 43,75  |
| <b>Protrusión nasal</b>               | 19,48           | 2,11  | 16,01  | 19,48  | 23,19  | 19,92           | 2,26  | 16,73  | 19,79  | 23,99  |
| <b>Largo de la nariz</b>              | 54,75           | 3,51  | 49,87  | 54,52  | 60,89  | 57,97           | 3,91  | 51,71  | 57,91  | 64,58  |

Nota:  $\bar{X}$  es la abreviatura para el promedio de la muestra.  
Medidas en milímetros.

Luego, se realizó un análisis aplicando la prueba de T-Student, test de diferencias entre medias, y así poder determinar si existe diferencias estadísticamente significativas entre sexo. (Tabla 5)

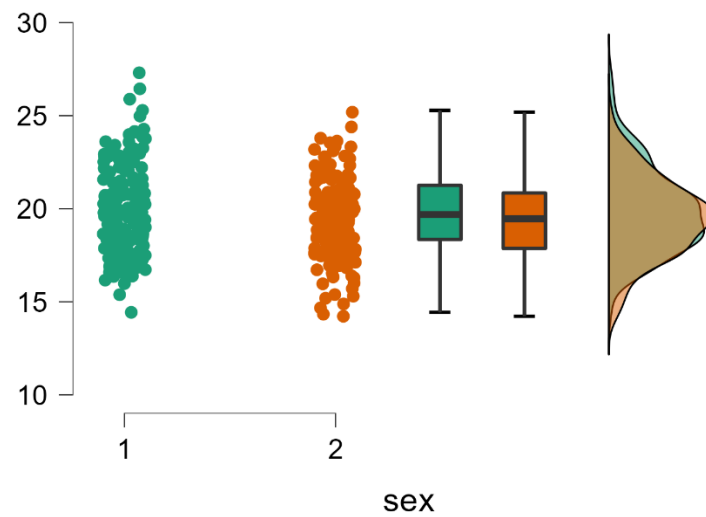
Tabla 5. Análisis de datos entre sexo con el valor p

|                                       | Mujeres (N=164) |       | Hombres (N=185) |       | p      |
|---------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|--------|
|                                       | $\bar{X}$       | SD    | $\bar{X}$       | SD    |        |
| <b>Anchura de la mandíbula</b>        | 113,75          | 7,95  | 123,5           | 9,27  | 0,001* |
| <b>Arco de la barbilla</b>            | 297,39          | 14,97 | 330,66          | 15,24 | 0,001* |
| <b>Arco frontal</b>                   | 299,78          | 14,57 | 313,04          | 12,58 | 0,001* |
| <b>Arco subnasal</b>                  | 279,61          | 15,67 | 301,83          | 12,98 | 0,001* |
| <b>Largo de cara</b>                  | 122,4           | 5,73  | 133,3           | 7,62  | 0,001* |
| <b>Anchura de cara</b>                | 139,46          | 5,31  | 146,42          | 6,12  | 0,001* |
| <b>Anchura de boca</b>                | 54,3            | 4,94  | 58,72           | 4,39  | 0,001* |
| <b>Anchura frontal máximo</b>         | 107,68          | 4,47  | 112             | 5,01  | 0,001* |
| <b>Anchura frontal mínimo</b>         | 103,62          | 4,76  | 107,25          | 5,3   | 0,001* |
| <b>Anchura de la base de la nariz</b> | 19,95           | 4,29  | 20,18           | 3,29  | 0,572  |
| <b>Anchura del ala de la nariz</b>    | 34,6            | 6,71  | 38,39           | 2,8   | 0,001* |
| <b>Protrusión nasal</b>               | 19,48           | 2,11  | 19,92           | 2,26  | 0,065  |
| <b>Largo de la nariz</b>              | 54,75           | 3,51  | 57,97           | 3,91  | 0,001* |

Nota: \* =  $p < 0.05$

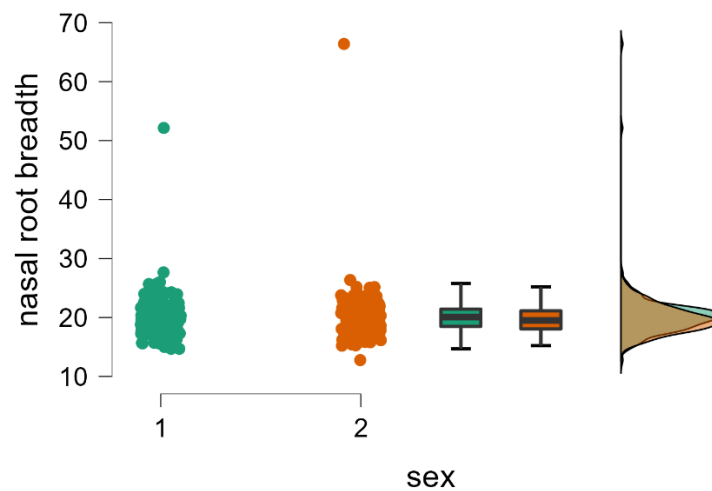
Cuando ocurre que  $p < 0,05$  existen diferencias significativas, por lo que en la mayoría de las medidas se presentan diferencias en las dimensiones (se demuestra además en los gráficos presentados en el Anexo 2), exceptuando la medida del ancho de la base de la nariz y protrusión nasal. Además, se puede observar, que en las medidas con  $p > 0.05$  existe normalidad en los datos. Esto se puede observar en la Figura 6 y Figura 7.

Figura 6. Gráfica de protrusión de nariz, diferenciando el sexo



Nota: 1 corresponde a Hombre.  
2 corresponde a Mujer.

Figura 7. Gráfica de anchura de la base de la nariz



Nota: 1 corresponde a Hombre.  
2 corresponde a Mujer.

#### 4.2. Presentación de datos considerando los grupos etarios

Dado que se busca conocer si existen diferencias significativas en las dimensiones entre grupos etarios, se determinó que se utilizaría la prueba estadística ANOVA, ya que se va a comparar entre 5 grupos etarios. (Tabla 7)

Tabla 6. Tabla de promedios de sexo separados por grupo etario

|                                       | <b>18-34</b> | <b>35-69</b> | <b>p-ANOVA</b> |
|---------------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| <b>Cantidad</b>                       | <b>154</b>   | <b>195</b>   |                |
| <b>Anchura de la mandíbula</b>        | 117,848352   | 119,236518   | 0,118          |
| <b>Arco de la barbilla</b>            | 313,8517     | 314,132253   | 0,572          |
| <b>Arco frontal</b>                   | 306,129543   | 306,708726   | 0,614          |
| <b>Arco subnasal</b>                  | 291,971071   | 289,718007   | 0,431          |
| <b>Largo de cara</b>                  | 128,425709   | 127,424165   | 0,444          |
| <b>Anchura de cara</b>                | 143,094659   | 142,823792   | 0,913          |
| <b>Anchura de boca</b>                | 54,8916603   | 57,7823913   | <0,001*        |
| <b>Anchura frontal máximo</b>         | 110,613798   | 109,22577    | 0,026*         |
| <b>Anchura frontal mínimo</b>         | 105,791176   | 105,137298   | 0,370          |
| <b>Anchura de la base de la nariz</b> | 20,137155    | 20,0195693   | 0,739          |
| <b>Anchura del ala de la nariz</b>    | 35,4604729   | 37,3271948   | <0,001*        |
| <b>Protrusión nasal</b>               | 19,2886278   | 20,0298789   | 0,002*         |
| <b>Largo de la nariz</b>              | 56,1511354   | 56,5258123   | 0,278          |

Al igual que la prueba de T-Student, se considera que cuando  $p < 0.05$  existen diferencias significativas, por lo que solo existen diferencias significativas en la anchura de la boca, anchura frontal máximo, anchura del ala de la nariz y en la protrusión nasal. Observando que el resto de las medidas no presentan diferencias significativas por grupo etario.

Como se evidencia en la Tabla 7, se consideró sólo grupo etario, sin discriminar el sexo. Al tomar en cuenta la edad y el sexo, se observan diferencias significativas en la anchura de la boca y en la anchura del ala de la nariz, para las mujeres (Anexo 3). Y en hombres, existen diferencias significativas en la anchura de la boca, anchura frontal máximo, anchura del ala de la nariz y en la protrusión nasal (Anexo 4).

## 5. CONCLUSIONES

Como conclusión, se puede afirmar que un gran desajuste entre los EPP y la población trabajadora que los utilizará, puede generar grandes problemas, provocando enfermedades profesionales, baja productividad y riesgos en la seguridad.

Considerando el sexo, se logra observar que en la población chilena de trabajadores/as, los hombres cuentan con dimensiones mayores a las mujeres en todas las medidas analizadas. Siendo un dato muy relevante al momento de diseñar EPP faciales, ya que con esto, hay que considerar el sexo de la población para lograr un buen ajuste en ambos casos.

En los grupos etarios, no se observan muchas diferencias significativas entre ambos grupos presentados, solo se observan diferencias en medidas de dimensiones pequeñas (anchura de la boca y anchura del ala de la nariz en ambos sexos, y en hombres también en la protrusión nasal). Esto puede deberse a que las medidas no tienen una gran variación a lo largo en que se va envejeciendo, porque ya entre las edades de 18 a 69 años, el cuerpo ya está desarrollado.

En cuanto a esta investigación, se encontraron dificultades al momento de querer realizar el análisis de componentes principales, dado que algunas imágenes tridimensionales tuvieron problemas como deformaciones en partes de las caras (esto provocado por la iluminación, vellos faciales y ropa). Pero, gracias a los softwares 3D, se logró arreglar estos problemas.

Por último, a modo personal, se realiza una invitación a seguir realizando investigaciones sobre las dimensiones y los desajustes existentes en la población chilena, para que a nivel país se logre disminuir todos los problemas que esto conlleva.

## **6. DISCUSIÓN**

En el estudio reciente realizado por Castellucci et al. (2022), se tomaron medidas manuales para conocer las dimensiones faciales de la población trabajadora chilena. Se puede observar entre la tabla presentada en la investigación y la del presente estudio, que existen diferencias en las medidas, no se observa ninguna similitud en alguna dimensión. Por lo que, estadísticamente, podría existir una gran diferencia entre las mediciones manuales y las digitales. Esto puede darse por los problemas que se presentan al momento de tomar las medidas.

Al igual que en esta investigación, un estudio realizado en Estados Unidos, se observa que las mujeres tienen dimensiones más pequeñas que los hombres en todas las medidas. (Zhuang et al., 2010). Así mismo, se estudiaron las dimensiones de estudiantes universitarios en Japón, en donde se observó que hay diferencias significativas entre los estudiantes hombres y mujeres para cada categoría de la cabeza y la cara estudiada (Mamun et al., 2018).

Rexhepi, observó que existen pocas diferencias cefalofaciales entre hombres de 18 años y los de 20 a 30 años, por lo que se concluyó que las diferencias entre grupos pueden justificarse por la edad a la que finaliza el crecimiento de los huesos cefalofaciales y la influencia de factores externos (Rexhepi & Brestovci, 2021).

### **6.1. Propuesta para futuras investigaciones**

Con los datos obtenidos en el presente trabajo, se puede seguir con la investigación o tomar los datos, para luego desarrollar modelos digitales de la población trabajadora en Chile considerando género y edad. Con esto, ayudaría a los diseñadores a crear EPP faciales con un óptimo ajuste, y a los organismos de certificación, para poder generar comparaciones con las dimensiones de nuestra población.

Además, como se mencionó anteriormente, se puede llevar a cabo realizar un análisis para observar las diferencias estadísticas a la hora de realizar intervenciones para recolectar dimensiones antropométricas de una población específica. Ayudando también, a tomar una decisión adecuada para saber qué método realizar.

## REFERENCIAS

- Asociación Chilena de Seguridad. (n.d.). *Equipos de Protección Personal*.
- Bragança, S., Castellucci, I., Costa, E., Arezes, P., & Carvalho, M. (2019). Anthropometric data for wheelchair users: a systematic literature review. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 0(0), 1–24. <https://doi.org/10.1080/10803548.2019.1567974>
- Bylund, S. H., & Burström, L. (2006). The influence of gender, handle size, anthropometric measures, and vibration on the performance of a precision task. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36(10), 907–914. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2006.07.009>
- Calderón-Alegre, P., Mejía, C. R., & Gomero-Cuadra, R. (2019). Utilidad de la antropometría facial en la selección de tallas de respiradores: Estudio piloto en trabajadores peruanos de construcción civil. *Revista Médica Herediana*, 30(3), 157. <https://doi.org/10.20453/rmh.v30i3.3582>
- Castellucci, H. I., Catalán, M., Arezes, P. M., & Molenbroek, J. F. M. (2016). Evidence for the need to update the Chilean standard for school furniture dimension specifications. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 56, 181–188. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.09.019>
- Castellucci, H. I., Viviani, C. A., Molenbroek, J. F. M., Arezes, P. M., Martínez, M., Aparici, V., & Bragança, S. (2019a). 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. (2019b). 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., Viviani, C., Arezes, P., Molenbroek, J. F. M., Martínez, M., Aparici, V., & Dianat, I. (2020). Applied anthropometry for common industrial settings design: Working and ideal manual handling heights. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 78. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102963>
- Castellucci, I., Viviani, C., & Martínez, M. (n.d.). Confección de base de datos antropométricos de la población trabajadora chilena, especificando las diferencias de género. 2017.
- Castellucci, I., Viviani, C., & Martínez, M. (2017). *Tablas de Antropometría de la población trabajadora chilena*.

- Chen, Y., Wang, J., & Yang, Z. (2015). The human factors/ergonomics studies for respirators: a review and future work. In *International Journal of Clothing Science and Technology* (Vol. 27, Issue 5, pp. 652–676). Emerald Group Holdings Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJCST-06-2014-0077>
- Chu, C. H., Huang, S. H., Yang, C. K., & Tseng, C. Y. (2015). Design customization of respiratory mask based on 3D face anthropometric data. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 16(3), 487–494. <https://doi.org/10.1007/s12541-015-0066-5>
- Du, L., Zhuang, Z., Guan, H., Xing, J., Tang, X., Wang, L., Wang, Z., Wang, H., Liu, Y., Su, W., Benson, S., Gallagher, S., Viscusi, D., & Chen, W. (2008). Head-and-face anthropometric survey of Chinese workers. *Annals of Occupational Hygiene*, 52(8), 773–782. <https://doi.org/10.1093/annhyg/men056>
- Fan, H., Yu, S., Chu, J., Wang, M., Chen, D., Zhang, S., Wang, W., Wu, T., & Wang, N. (2019). Anthropometric characteristics and product categorization of Chinese auricles for ergonomic design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 69, 118–141. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.11.002>
- Ferrer, A. B. (2017). *Validación de sistemas de medidas antropométricas del pie mediante escáner 3D*. Universitat Politècnica de Valencia.
- Fredriks, A. M., Van Buuren, S., Burgmeijer, R. J. F., Meulmeester, J. F., Beuker, R. J., Brugman, E., Roede, M. J., Verloove-Vanhorick, P., & Wit, J.-M. (2000). *Continuing Positive Secular Growth Change in the Netherlands 1955-1997 | Pediatric Research* *Pediatric Research* (Vol. 47). <https://www.nature.com/articles/pr200054>
- Hack, A. L., & McConville, J. T. (1978). Respirator protection factors: Part I — Development of an anthropometric test panel. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 39(12), 970–975. <https://doi.org/10.1080/0002889778507897>
- Hignett, S., Welsh, R., & Banerjee, J. (2021). Human factors issues of working in personal protective equipment during the COVID-19 pandemic. In *Anaesthesia* (Vol. 76, Issue 1, pp. 134–135). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/anae.15198>
- Hsiao, H. (2013). Anthropometric procedures for protective equipment sizing and design. *Human Factors*, 55(1), 6–35. <https://doi.org/10.1177/0018720812465640>
- Hsiao, H., Whitestone, J., Kau, T. Y., & Hildreth, B. (2015). Firefighter Hand Anthropometry and Structural Glove Sizing: A New Perspective. *Human Factors*, 57(8), 1359–1377. <https://doi.org/10.1177/0018720815594933>
- Instituto de Salud Pública. (2019). *Protocolo pruebas de ajuste cualitativa para equipos de protección respiratoria*. [www.ispch.cl](http://www.ispch.cl).

- Instituto de Salud Pública de Chile. (2009). *Guía para la selección y control de protección respiratoria*.
- Instituto de Salud Pública de Chile. (2015). *Estudio de antropometría facial de la población trabajadora de Chile*.
- Lacko, D., Vleugels, J., Fransen, E., Huysmans, T., De Bruyne, G., Van Hulle, M. M., Sijbers, J., & Verwulgen, S. (2017). Ergonomic design of an EEG headset using 3D anthropometry. *Applied Ergonomics*, 58, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.06.002>
- Lee, S. A., Hwang, D. C., Li, H. Y., Tsai, C. F., Chen, C. W., & Chen, J. K. (2016). Particle size-selective assessment of protection of european standard FFP respirators and surgical masks against particles-tested with human subjects. *Journal of Healthcare Engineering*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/8572493>
- Lee, W., Lee, B., Yang, X., Jung, H., Bok, I., Kim, C., Kwon, O., & You, H. (2018a). 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>
- Lee, W., Lee, B., Yang, X., Jung, H., Bok, I., Kim, C., Kwon, O., & You, H. (2018b). 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, H., Li, Z., & Zheng, L. (2008). Rapid preliminary helmet shell design based on three-dimensional anthropometric head data. *Journal of Engineering Design*, 19(1), 45–54. <https://doi.org/10.1080/09544820601186088>
- López, M., De la Vega, E., Ramírez, E., Chacara, A., Velarde, J., & Báez, G. (2019). *Antropometría para el diseño de puestos de trabajo* (M. López, C. Bojórquez, & E. De la Vega, Eds.; Primera). ITSON.
- Mamun, A., Hossain, G., Lestrel, P., & Bharati, P. (2018). Gender Differential of Craniofacial Measurements among University Students in Japan. *THE ANTHROPOLOGIST*, 31(1–3). <https://doi.org/10.31901/24566802.2018/31.1-3.1861>
- Martín-Prieto, S., Álvarez-Peregrina, C., Thuissard-Vassallo, I., Catalina-Romero, C., Calvo-Bonacho, E., Villa-Collar, C., & Sánchez-Tena, M. Á. (2020). Eye injuries epidemiology description in a working population over 10 years in Spain.

*International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 1–8.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph17124454>

Menéndez, L. (2021). *Cambios en el tejido blando con fotografía facial en tres dimensiones en pacientes tratados Invisalign*. <http://hdl.handle.net/10481/72886>

Meunier, P., Tack, D., Ricci, A., Bossi, L., & Angel, H. (2000). *Helmet accommodation analysis using 3D laser scanning*.

Milián, L., Moncada, F., & Borjas, E. (2014). *Manual de medidas antropométricas*.

Nadadur, G., & Parkinson, M. B. (2013). The role of anthropometry in designing for sustainability. *Ergonomics*, 56(3), 422–439.  
<https://doi.org/10.1080/00140139.2012.718801>

Niezgoda, G., & Zhuang, Z. (2015). Development of Headforms for ISO Eye and Face Protection Standards. *Procedia Manufacturing*, 3, 5761–5768.  
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.822>

Oestenstad, R. K., & Bartolucci, A. A. (2010). Factors affecting the location and shape of face seal leak sites on half-mask respirators. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 7(6), 332–341.  
<https://doi.org/10.1080/15459621003729909>

Omić, S., Spasojevic Brkić, V. K., Golubović, T. A., Brkić, A. D., & Klarin, M. M. (2017). An anthropometric study of Serbian metal industry workers. *Work*, 56(2), 257–265.  
<https://doi.org/10.3233/WOR-172482>

Ong, J. J. Y., Bharatendu, C., Goh, Y., Tang, J. Z. Y., Sooi, K. W. X., Tan, Y. L., Tan, B. Y. Q., Teoh, H. L., Ong, S. T., Allen, D. M., & Sharma, V. K. (2020). Headaches Associated With Personal Protective Equipment – A Cross-Sectional Study Among Frontline Healthcare Workers During COVID-19. *Headache*, 60(5), 864–877.  
<https://doi.org/10.1111/head.13811>

Pheasant, S., & Haslegrave, C. (2006). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work* (3rd ed.).

Ranger, F., Vezeau, S., & Lortie, M. (2019). Tools and methods used by industrial designers for product dimensioning. In *International Journal of Industrial Ergonomics* (Vol. 74). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.102844>

Rexhepi, A. M., & Brestovci, B. (2021). Cephalofacial Differences Between Males 18 Years of Age and 20-30 Years of Age. In *Int. J. Morphol* (Vol. 39, Issue 4).

Robinette, K. M. (2007). Maximizing Anthropometric Accommodation and Protection. <http://www.dtic.mil>

Robinette, K. M. (2012). ANTHROPOMETRY FOR PRODUCT DESIGN.

- 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>
- Simenko, J., & Cuk, I. (2016). Reliability and Validity of NX-16 3D Body Scanner. *Confiability y Validez del Escaner Corporal 3D NX-16*. In *Int. J. Morphol* (Vol. 34, Issue 4).
- Steenbekkers, L. (1993). Child development, design implications and accident prevention.
- SUSESO. (2021). Informe Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Syuaib, M. F. (2015). Ergonomic of the manual harvesting tasks of oil-palm plantation in Indonesia based on anthropometric, postures and work motions analyses (Vol. 17, Issue 3). <http://www.cigrjournal.org>
- Viviani, C., Arezes, P. M., Bragança, S., Molenbroek, J., Dianat, I., & Castellucci, H. I. (2018). Accuracy, precision and reliability in anthropometric surveys for ergonomics purposes in adult working populations: A literature review. In *International Journal of Industrial Ergonomics* (Vol. 65, pp. 1–16). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.01.012>
- Zhuang, Z., & Bradtmiller, B. (2005). Head-and-face anthropometric survey of U.S. respirator users. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2(11), 567–576. <https://doi.org/10.1080/15459620500324727>
- Zhuang, Z., Bradtmiller, B., & Shaffer, R. E. (2007). New respirator fit test panels representing the current U.S. civilian work force. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 4(9), 647–659. <https://doi.org/10.1080/15459620701497538>
- 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>

## **ANEXOS**

### **Anexo 1. Instructivo de toma de datos digitales**

#### **TOMA DE DATOS ANTROPOMÉTRICOS FACIALES.**

##### **Instructivo.**

En el siguiente estudio se recopilaron datos antropométricos faciales de una población de 349 personas. Para esto, se realizaron medidas de los puntos presentados en la Tabla 1, en donde se realizó un marcaje en la cara de cada individuo, para luego también realizar un escaneo en 3D y poder traspasar los puntos a un software y así lograr tener datos digitales de estos y eventualmente generar estudios.

Para obtener estos datos se realizó de la siguiente manera:

1. Recolectar archivos desde el software del escáner y transformarlos en .obj

2. Al tener el archivo en .obj se debe importar en MeshLab

- ☐ En este programa se debe alinear el 3D de cada sujeto en referencia del objeto que servirá de guía para el análisis.

- ☐ Al abrir el programa se debe importar el objeto de referencia (llamado WrapHead) en conjunto con los 3D de los sujetos a alinear.

- ☐ Luego ir a la opción Align del programa.

- Al objeto WrapHead seleccionar con la opción “Glue Here Mesh” y cerrar la ventana.
- Con el objeto 3D de los sujetos se debe hacer click derecho para poder seleccionar la opción de “Matrix: Freeze Current Matrix” y luego “Aply”
- Para terminar, se exporta el/los archivos, al hacer esto se abre una pestaña para seleccionar las opciones de guardado, en donde se debe dar okay a las opciones marcadas por defecto.

3. Al tener el archivo en .obj se debe importar en PyCharm  
Dentro del programa:

- Ejecutar sensitivityMapper.py

Cargar objeto alineado (target)

File -> Load scan (ctrl+O) (ícono cara)

- Agregar marcadores

Edit -> Add marker mode (ctrl+A) (ícono puntero)

En objeto, para agregar un marcador basta con  
posicionar el puntero sobre el punto deseado y presionar la letra p.  
Idealmente, seleccionar los puntos en el orden

descrito (referenceLandmarks.pdf)

- Finalmente, debemos exportar los marcadores

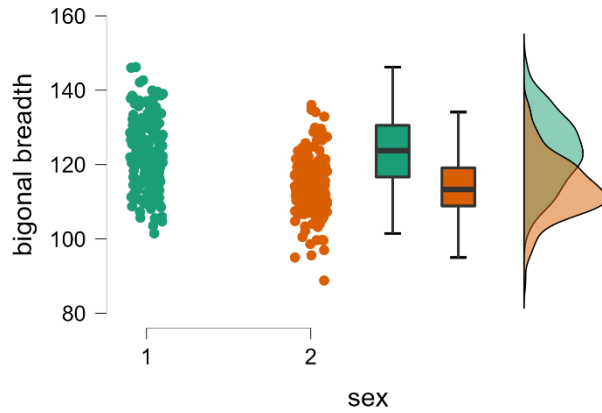
File -> Save Markers (ctrl+S) (icono tabla flecha  
hacia abajo)

4. Al tener los archivos deben ser subidos en OneDrive, donde se encuentran las carpetas definidas para luego poder realizar un análisis de los puntos marcados.

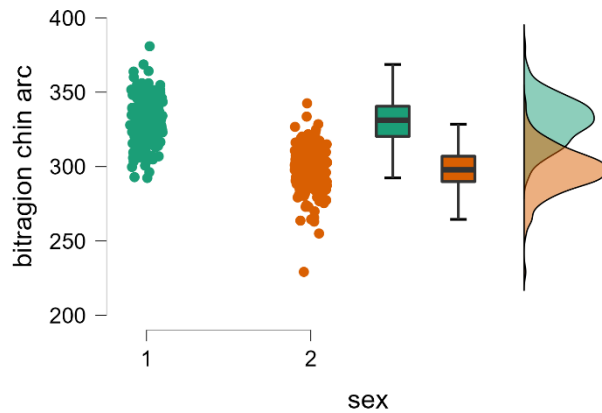
## Anexo 2. Gráficas de diferencias significativas y normalidad diferenciado por sexo.

Nota: 1 corresponde a hombre y 2 corresponde a mujer.

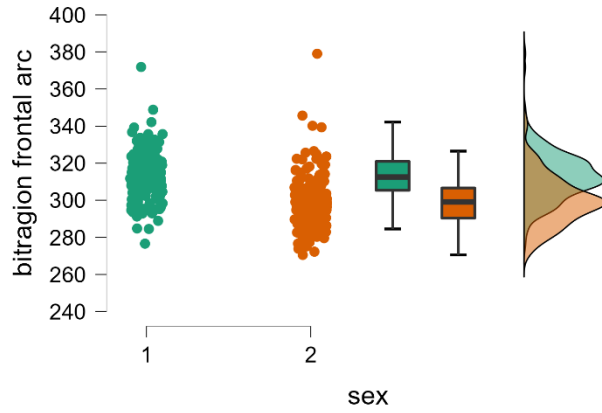
### Anchura de mandíbula



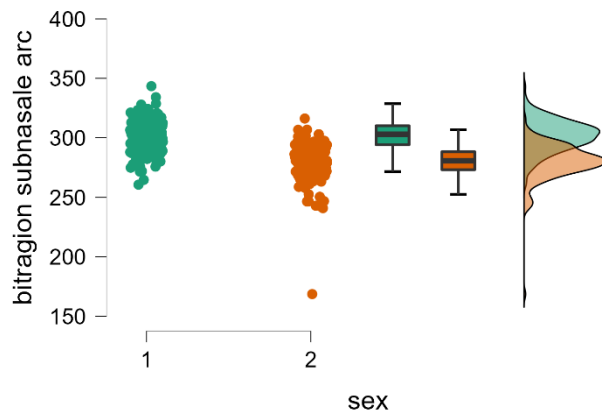
### Arco de barbilla



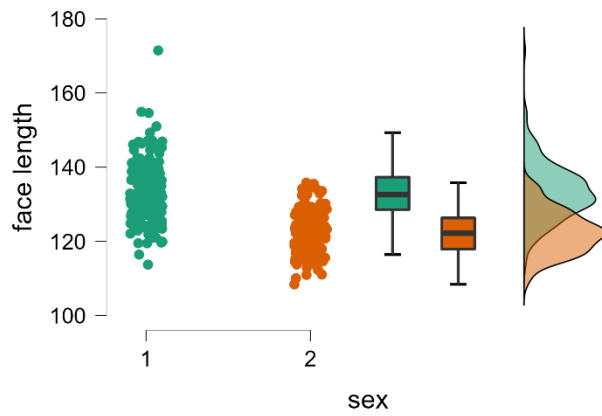
### Arco frontal



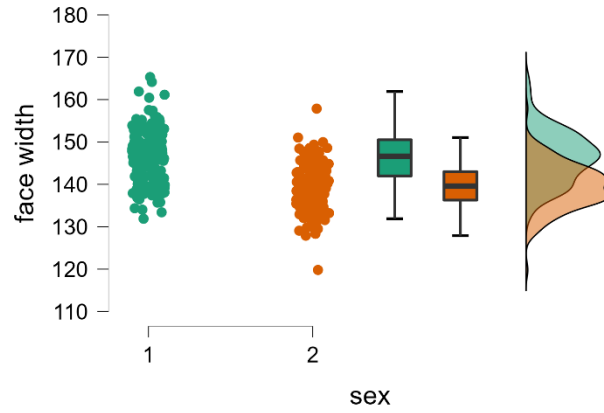
### Arco subnasal



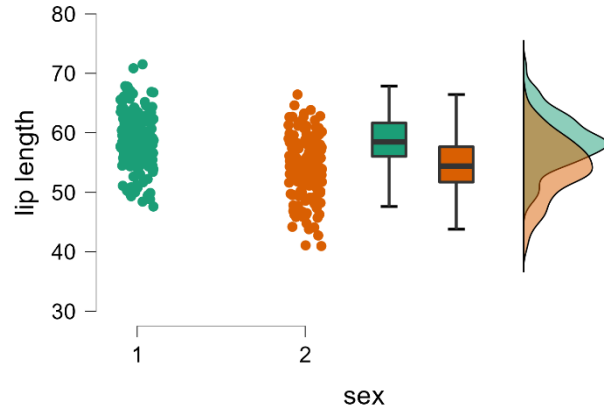
### Largo de cara



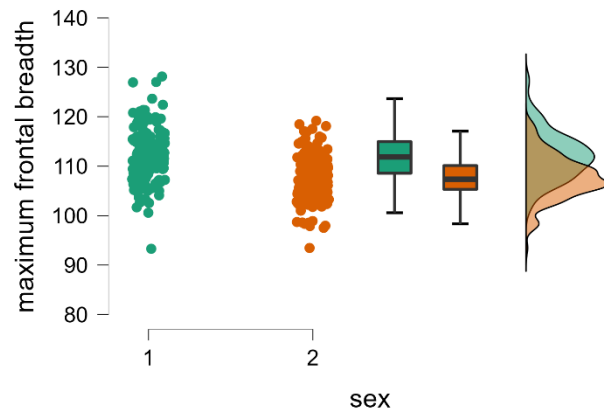
### Ancho de cara



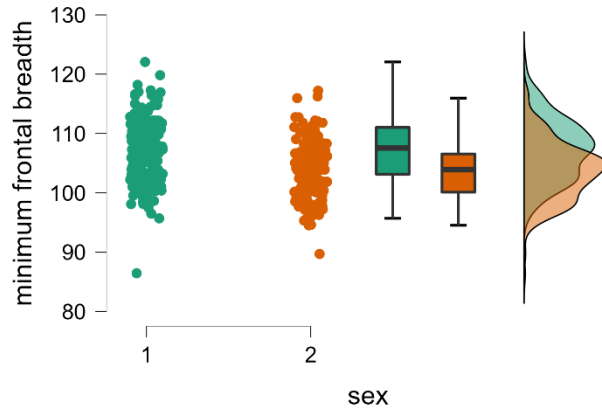
### Ancho de labios



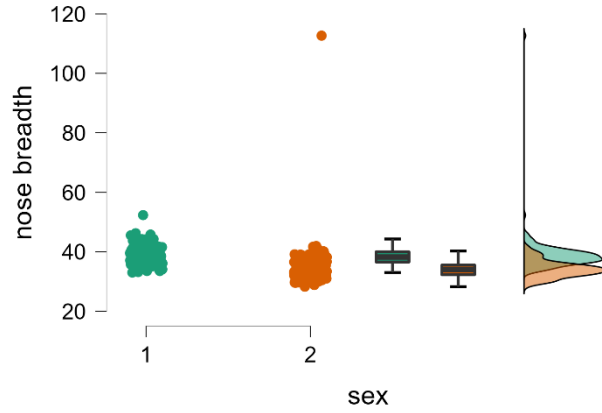
### Anchura frontal máximo



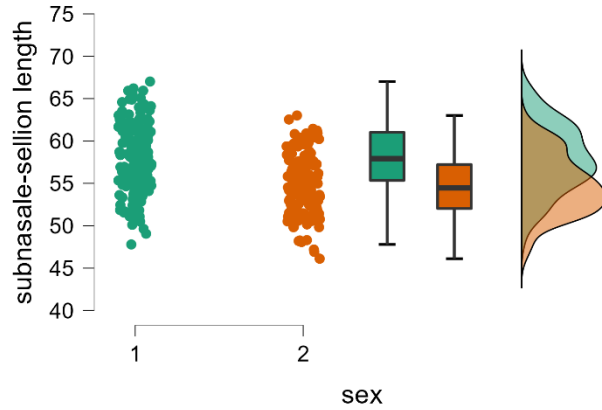
### Anchura frontal mínimo



### Anchura del ala de la nariz



### Largo de la nariz



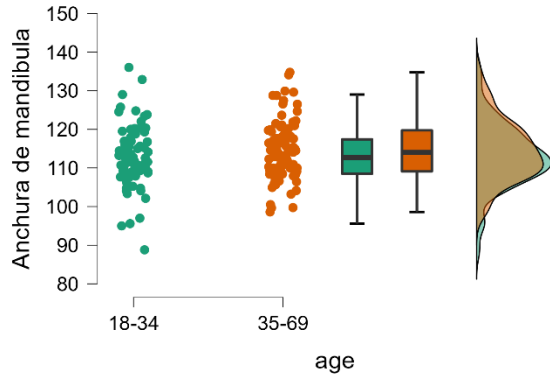
**Anexo 3. Tabla y gráficos de diferencias significativas diferenciado por grupo etario y sexo.**

Tabla 7. p Valor por grupo etario y sexo

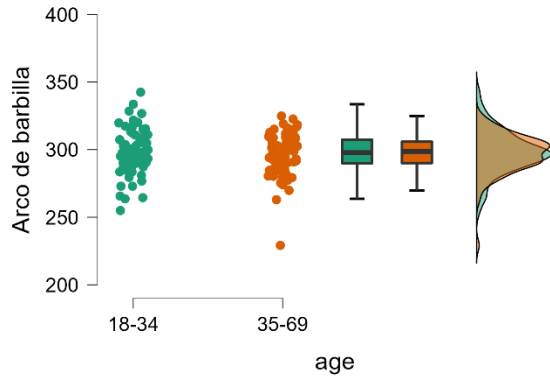
| <b>Grupo etario</b>                   | <b>Hombres</b> |            | <b>p-valor</b> | <b>Mujeres</b> |            | <b>p-valor</b> |
|---------------------------------------|----------------|------------|----------------|----------------|------------|----------------|
|                                       | 18-34          | 35-69      |                | 18-34          | 35-69      |                |
| <b>Cantidad</b>                       | 135            | 50         |                | 132            | 32         |                |
| <b>Anchura de la mandíbula</b>        | 122,763915     | 114,430474 | 0,232          | 112,932788     | 112,932788 | 0,356          |
| <b>Arco de la barbilla</b>            | 329,708811     | 296,888398 | 0,64           | 297,994589     | 297,994589 | 0,464          |
| <b>Arco frontal</b>                   | 314,439867     | 301,426403 | 0,116          | 297,819219     | 297,819219 | 0,162          |
| <b>Arco subnasal</b>                  | 302,809848     | 278,327987 | 0,256          | 281,132294     | 281,132294 | 0,381          |
| <b>Largo de cara</b>                  | 134,466574     | 122,41359  | 0,975          | 122,384843     | 122,384843 | 0,074          |
| <b>Anchura de cara</b>                | 146,810429     | 139,524603 | 0,862          | 139,378889     | 139,378889 | 0,453          |
| <b>Anchura de boca</b>                | 56,8343804     | 55,4402936 | 0,001*         | 52,9489403     | 52,9489403 | <0,001*        |
| <b>Ancura frontal máximo</b>          | 112,78304      | 107,042779 | 0,046*         | 108,444556     | 108,444556 | 0,066          |
| <b>Anchura frontal mínimo</b>         | 107,387507     | 103,128193 | 0,155          | 104,194844     | 104,194844 | 0,761          |
| <b>Anchura de la base de la nariz</b> | 20,5332019     | 20,1233108 | 0,573          | 19,7411081     | 19,7411081 | 0,209          |
| <b>Anchura del ala de la nariz</b>    | 37,6850869     | 35,7445816 | 0,017*         | 33,235859      | 33,235859  | 0,003*         |
| <b>Protrusión nasal</b>               | 19,6480074     | 19,9436468 | 0,002*         | 18,9292482     | 18,9292482 | 0,166          |
| <b>Largo de la nariz</b>              | 57,7292456     | 54,8944576 | 0,561          | 54,5730252     | 54,5730252 | 0,464          |

## Gráficos de hombres

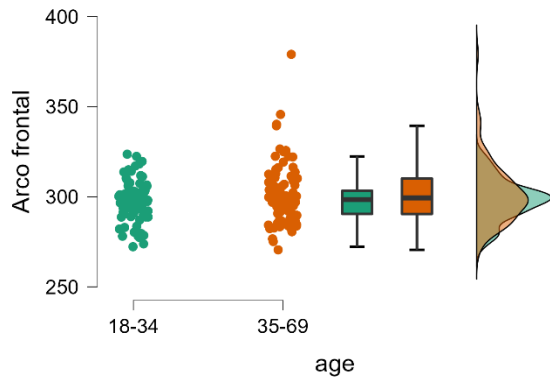
### Anchura de mandíbula



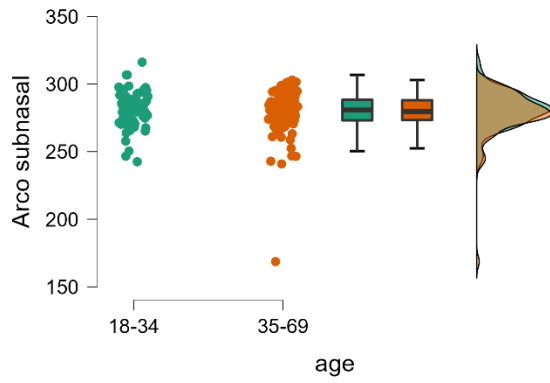
### Arco de barbilla



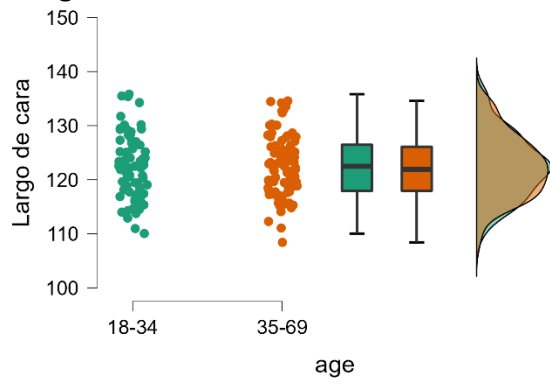
### Arco frontal



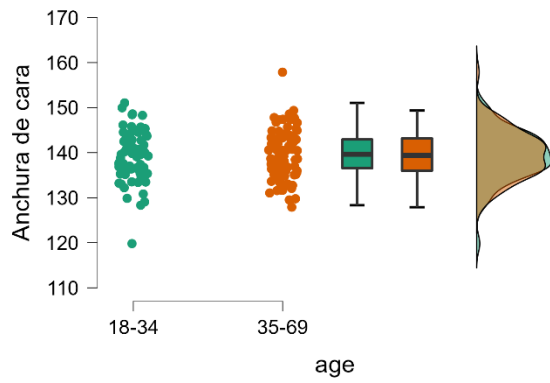
### Arco subnasal



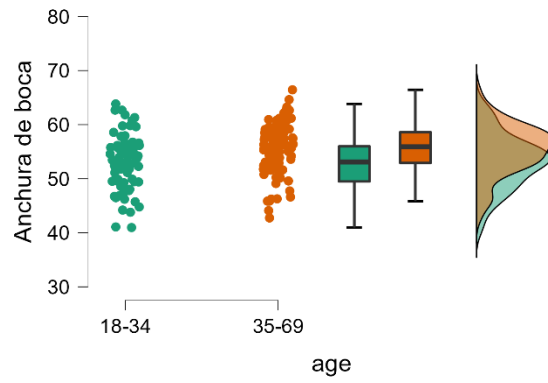
### Largo de cara



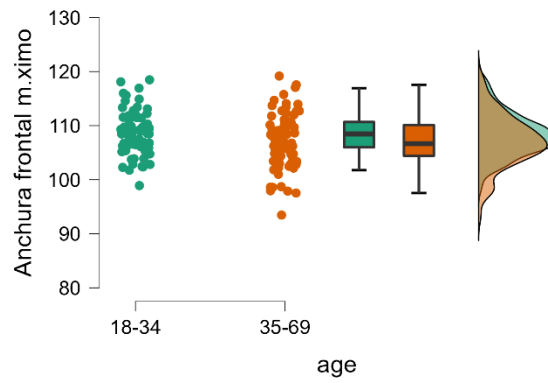
### Anchura de cara



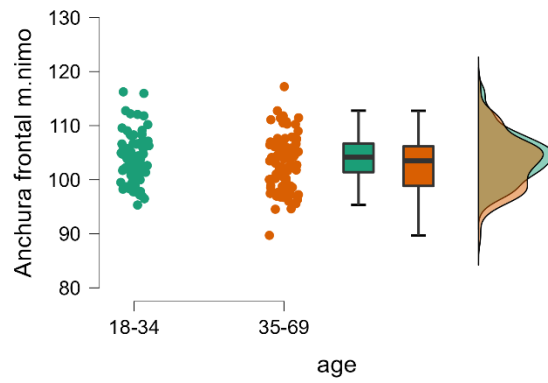
### Anchura de boca



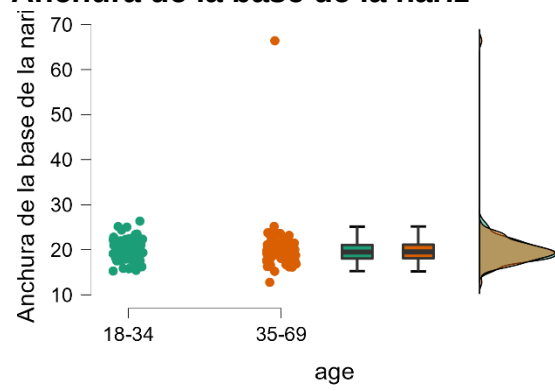
### Anchura frontal máximo



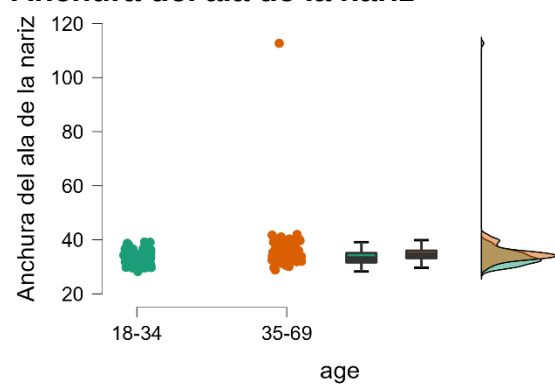
### Anchura frontal mínimo



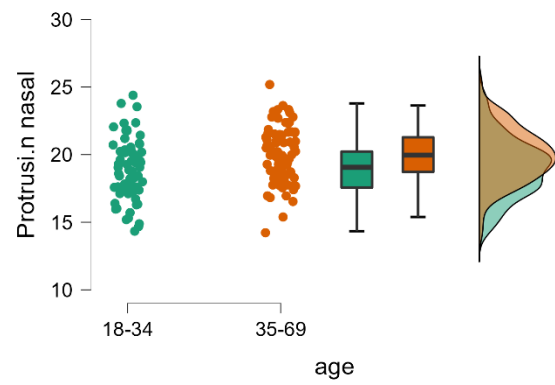
### Anchura de la base de la nariz



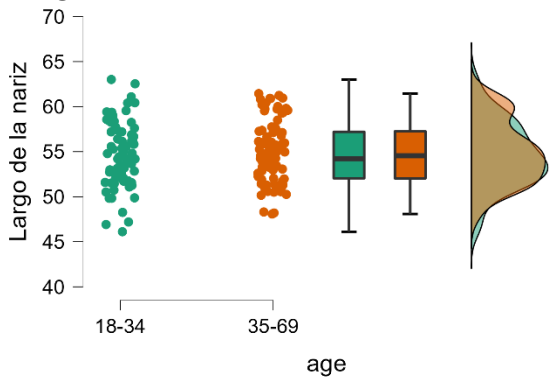
### Anchura del ala de la nariz



### Protrusión nasal

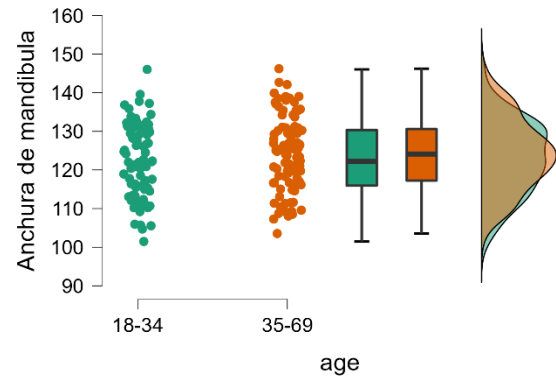


Largo de la nariz

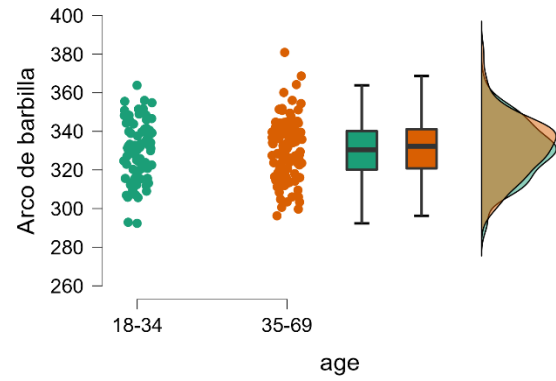


## Gráficos de mujeres

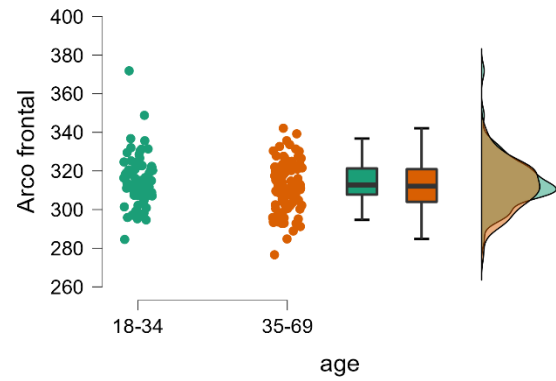
### Anchura de mandíbula



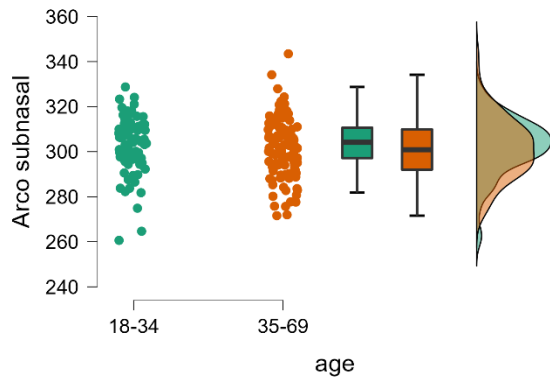
### Arco de barbilla



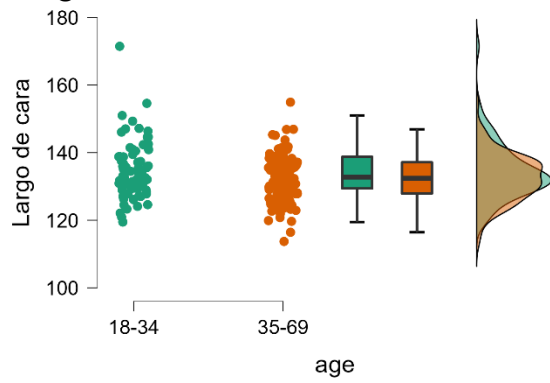
### Arco frontal



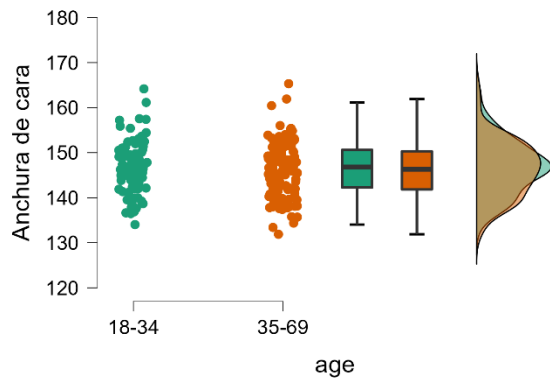
### Arco subnasal



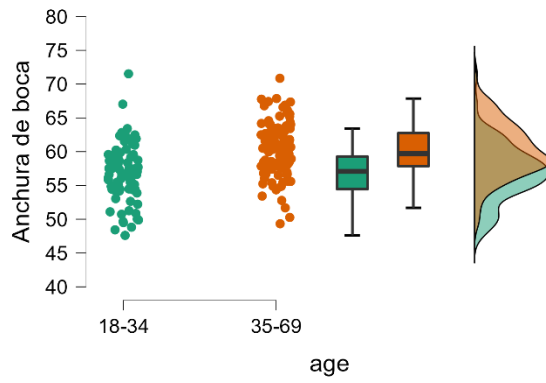
### Largo de cara



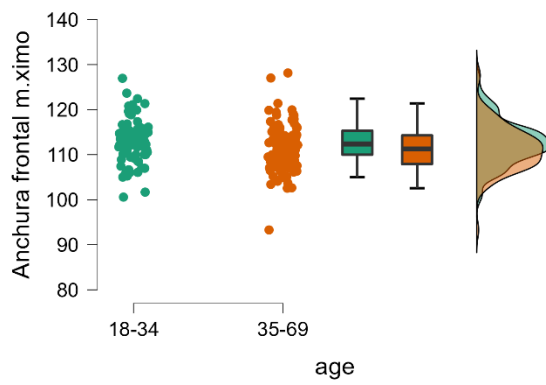
### Anchura de cara



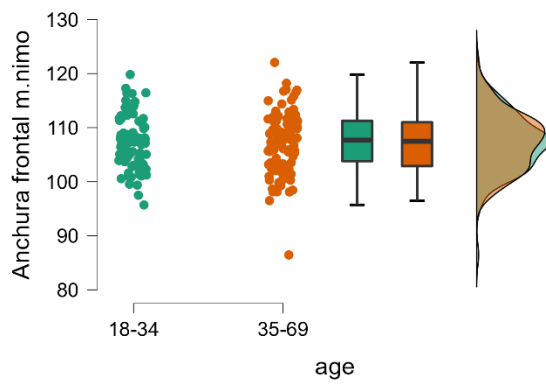
### Anchura de boca



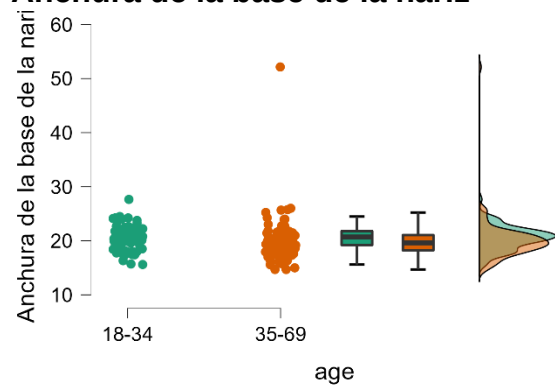
### Anchura frontal máximo



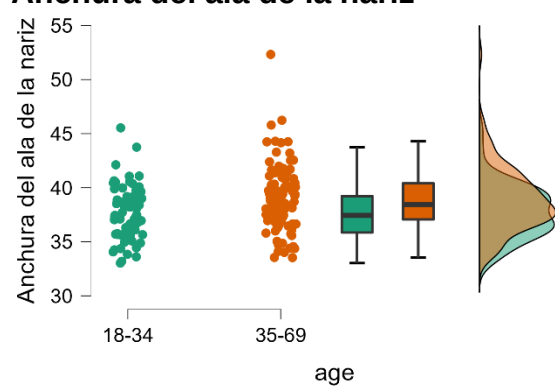
### Anchura frontal mínimo



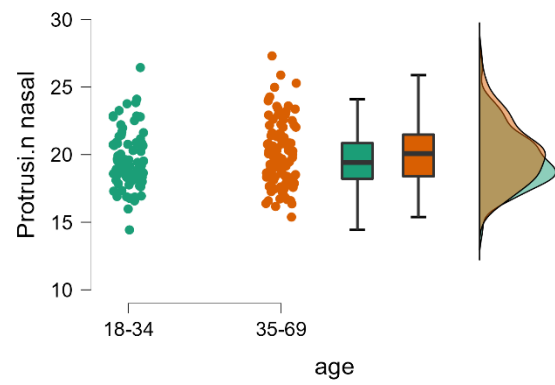
### Anchura de la base de la nariz



### Anchura del ala de la nariz



### Protrusión nasal



Largo de la nariz

