

ANÁLISIS COMPARATIVO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS DE MEDICIONES UTILIZADAS EN CREACIÓN DE TABLAS ANTROPOMÉTRICAS EN HONDURAS.

Dennis Arias 12011059

Ligia Rodríguez 12011137

Acerca del rubro

- Antropometría: Ciencia que estudia las dimensiones y proporciones del cuerpo humano (tablas antropométricas)
- Aplicaciones: Ergonomía, diseño de productos, salud pública.
- Importancia: Adaptar productos, servicios y entornos a las características físicas de la población.



Problema Identificado

- Falta de datos antropométricos locales en Honduras.
- Dependencia de tablas internacionales no representativas de la población hondureña.
- Impactos negativos en el diseño ergonómico, salud pública e industria.

Objetivo general: Determinar cuál de las herramientas tecnológicas, ya sea de fotometría o escáner 3D con tecnología LiDAR, presenta el mayor grado de precisión, confiabilidad y eficacia, comparándolas y evaluándolas en relación con el método tradicional de toma de dimensiones corporales mediante análisis estadístico.



Pregunta de investigación

Objetivo específico 1

1. ¿Cómo se puede verificar la confiabilidad de las metodologías, técnicas e instrumentos de medición para la recolección de medidas antropométricas tradicionales antes de realizar las mediciones finales?

1. Verificar la confiabilidad de las metodologías, técnica e instrumentos de medición a para la recolección de medidas antropométricas tradicionales previo a pilotaje y mediciones finales, mediante las pruebas de Repetibilidad y Reproducibilidad.

Pregunta de investigación

Objetivo específico 2

2. ¿Existen datos de mediciones antropométricas realizadas a la misma población con método tradicional, fotogrametría, escáner 3D?

2. Realizar pilotaje y mediciones antropométricas finales de una muestra de población voluntaria de la facultad de ingeniería de la Universidad Tecnológica Centroamericana aplicando tres métodos distintos de medición; método tradicional, fotogrametría con la aplicación de medición de iPhone y escáner EinScan H Shining 3D, basándose en principios de ergonomía e indicaciones de la norma ISO 7250-1. (previo pilotaje)

Pregunta de investigación

Objetivo específico 3

3. ¿Se ha determinado si las tecnologías utilizadas para mediciones antropométricas son precisas, con un análisis de estadística inferencial de las mediciones fotogramétricas y de escáner 3D en comparación con el método tradicional?

3. Determinar la precisión de las herramientas tecnológicas usadas para mediciones antropométricas por medio de la comparación de las medidas obtenidas a través de fotogrametría y escáner 3D en relación con las del método tradicional, mediante un análisis de estadística inferencial y varianza de ANOVA.

Pregunta de investigación

4. ¿Se puede validar que las metodologías utilizadas para la captación de medidas antropométricas a una muestra se han utilizado adecuadamente y son confiables?

Objetivos específico 4

4. Validar que las metodologías utilizadas en la presente investigación son confiables y se hayan realizado de manera adecuada, por medio de pilotaje y triangulación por expertos.

Población y muestra

Población objetivo:

1. Estudiantes voluntarios de la Facultad de Ingeniería de UNITEC.
2. Características: Variedad en género, altura, complexión física.

Muestra seleccionada:

1. 20 estudiantes, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia.
3. Criterio de inclusión: Disponibilidad para participar en las tres mediciones.
4. Métodos aplicados: Método tradicional, fotogrametría y escaneo 3D.

Muestreo: No probabilístico por conveniencia

Población = Muestra

Total de muestras: 20 voluntarios

Resultados del objetivo específico 1

- **Pruebas de Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R):**

- Se realizaron 10 mediciones repetitivas por pieza utilizando herramientas tradicionales (cinta antropométrica, flexómetro y antropómetro), junto con la aplicación Measure (medición de iPhone) y SolidWorks. 2 operarios realizaron mediciones en 10 piezas, cada una con 3 repeticiones.

- **Resultados de los estudios R&R**

- 1. Herramientas con alta confiabilidad:**

1. Tres herramientas mostraron un %VE inferior al 10%, indicando alta consistencia.

- 2. Antropómetro:**

1. Variación total: 28.73%.
2. Conclusión: Moderada variabilidad, aceptable, pero se requiere mejorar la experiencia del operador.

- 3. SolidWorks (Escáner 3D):**

1. Variación total: 20.12%.
2. Conclusión: Moderada variabilidad, aceptable, requiere mejor desempeño del operador.

Resultados del objetivo específico 2

Métodos aplicados:

- **Método tradicional:** Mediciones manuales de longitudes corporales y circunferencias.
- **Fotogrametría con iPhone:** Captura de imágenes 3D usando la tecnología LiDAR del iPhone.
- **Escáner 3D (EinScan H Shining 3D):** Escaneo tridimensional para obtener medidas precisas

Tiempos de medición:

- **Método tradicional:** 20-30 minutos por participante.
- **Fotogrametría:** 10-20 minutos por participante.
- **Escaneo 3D:** 5-7 minutos. El análisis posterior tomo entre 15-25 minutos.

Resultados del objetivo específico 2

Tiempos:

Con tres métodos diferentes tuvo un **62.5% de reducción de tiempo, cuando se logro mejorar técnicas, método, posiciones, procedimientos y accesorios** cuando se introdujo la herramienta de ángulo de madera de 90°.

Recolección de la muestra evaluada:

Como resultado la obtención de 1580 mediciones, distribuidas en 60 datos para cada parámetro longitudinal y 40 para los dos parámetros de circunferencia. Las mediciones se habían realizado con una muestra de 20 personas, de las cuales 12 eran mujeres y 8 hombres, entre personas de 18 a 23 años, con estaturas entre 150.00cm a 183.7cm.

Resultados del objetivo específico 2

Estadísticos descriptivos de medidas recolectadas por el metodo tradicional de hombres (n=8)					
N°	Parámetro	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo
1	Estatura	172.51	8.08	159	183.7
2	Altura de los ojos	160.24	7.31	147	170.6
3	Altura de los hombros	142.18	5.55	133	149.4
4	Profundidad de tórax	25.487	1.776	23.4	29
5	Altura de los codos	106.64	5.03	98	113.7
6	Altura de los nudillos	76.225	2.12	73	78.5
7	Agarre de codo	37.2	2.494	33.8	39.7
8	Ancho de cadera, parado	37.037	2.823	33.3	42.5
9	Ancho de pie	9.737	0.672	8.6	10.5
10	Longitud de pie	25.588	1.097	23.8	26.6
11	Largo de cabeza	18.912	0.696	18.1	19.8
12	Ancho de cabeza	15.275	0.547	14.6	16.2
13	Circunferencia de cabeza	56.513	1.122	54.6	58.1
14	Circunferencia de cintura	92.49	9.69	75.7	110.6
15	Ancho de mano	8.65	0.953	7.6	10.8
16	Longitud de mano	18.438	1.106	16.9	19.9
17	Altura sentada	91	2.99	86	96.4
18	Altura de los ojos, sentado	78.79	3.17	74	84.6
19	Altura de los hombros, sentado	65.44	9.95	59.5	89.4
20	Altura de las rodillas, sentado	51.71	3.76	45	55.2
21	Altura se poplítea, sentado	42.275	1.765	39	45
22	Distancia de glúteos a la rodilla	60.21	4.69	55.3	69.9
23	Altura de codos, sentado	25.313	1.574	23.1	27.8
24	Altura de los muslos	16.837	2.678	13.3	20.7
25	Distancia de un codo al otro	49.79	3.9	43.3	55.2
26	Ancho de hombros	48.17	3.92	41.2	52.6
27	Ancho de caderas, sentado	40.68	2.9	37.1	46.2

Estadísticos descriptivos de medidas recolectadas por el metodo tradicional de mujeres (n=12)					
N°	Parámetro	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo
1	Estatura	161.44	5.41	150	168.2
2	Altura de los ojos	149.47	5.66	136.6	157.4
3	Altura de los hombros	130.54	9.76	103.8	138.6
4	Profundidad de tórax	26.292	2.749	23.7	33.5
5	Altura de los codos	99.08	3.82	91.3	104.7
6	Altura de los nudillos	70.717	2.81	65.7	74.4
7	Agarre de codo	34.058	1.975	30.6	37.2
8	Ancho de cadera, parado	34.325	2.35	30.4	38.7
9	Ancho de pie	8.658	0.623	7.8	10
10	Longitud de pie	23.092	1.111	21.1	25.4
11	Largo de cabeza	18.892	0.816	17.6	20.2
12	Ancho de cabeza	15.067	0.563	14.4	16.3
13	Circunferencia de cabeza	56.283	1.534	54.4	59.8
14	Circunferencia de cintura	70.72	14.24	28.6	83
15	Ancho de mano	7.608	0.446	6.6	8.2
16	Longitud de mano	16.967	0.814	15.3	18.6
17	Altura sentada	85.3	3.059	81.2	91.5
18	Altura de los ojos, sentado	73.65	2.829	69.1	78.1
19	Altura de los hombros, sentado	57.267	2.195	54.2	60.5
20	Altura de las rodillas, sentado	48.342	2.911	43.3	52.4
21	Altura se poplítea, sentado	40.142	1.635	36	41.7
22	Distancia de glúteos a la rodilla	56.842	2.39	51.3	61
23	Altura de codos, sentado	25.77	5.03	19.5	35.8
24	Altura de los muslos	13.79	1.494	11.9	17.6
25	Distancia de un codo al otro	43.542	3.09	38.8	48.1
26	Ancho de hombros	42.175	2.035	38.6	46.5
27	Ancho de caderas, sentado	38.8	2.399	35.2	44.1

Resultados del objetivo específico 3

Resultados:

Análisis de ANOVA: Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar las mediciones obtenidas con los tres métodos y determinar si existían diferencias significativas.

Tukey: Usada después de un ANOVA para comparar pares de medias entre grupos y determinar cuáles difieren significativamente, controlando el riesgo de falsos positivos.

No	Parámetro	Método	Parámetros en posición de pie					Decisión	Valor-p (Tukey)	Comparación significativa
			Media	SEM	Desv. Est.	Valor-p (ANOVA)				
1	Estatura	Tradicional	165.88	1.98	8.61	p=0.36	P>α= 0.05, se toma Ho: No existen diferencias significativas			
		3D	166	2.01	8.78					
		Fotogrametría	165.42	1.98	8.62					
2	Altura de los ojos	Tradicional	153.81	1.83	8.2	p=0.070	P>α= 0.05, se toma Ho: No existen diferencias significativas			
		3D	154.36	1.91	8.52					
		Fotogrametría	152.75	1.95	8.71					
3	Altura de los hombros	Tradicional	136.51	1.66	7.25	p=0.078	P>α= 0.05, se toma Ho: No existen diferencias significativas			
		3D	136.99	1.68	7.33					
		Fotogrametría	135.84	1.55	6.78					
4	Profundidad de tórax	Tradicional	25.721	0.61	2.657	p=0.407	P>α= 0.05, se toma Ho: No existen diferencias significativas			
		3D	24.977	0.495	2.157					
		Fotogrametría	24.895	0.834	3.635					
5	Altura de los codos	Tradicional	101.83	1.37	5.98	p=0.001	P<α= 0.05, se toma Ha: Existen diferencias significativas	p=0.504	T vs 3D: No significativo	
		3D	101.2	1.16	5.06					
		Fotogrametría	99.63	1.25	5.46					
6	Altura de los nudillos	Tradicional	70.55	1.16	5.18	p=0.002	P<α= 0.05, se toma Ha: Existen diferencias significativas	p=0.925	T vs 3D: No significativo	
		3D	72.56	1.07	4.77					
		Fotogrametría	72.805	0.841	3.76					
7	Agarre de codo	Tradicional	35.24	0.608	2.719	p=0.124	P>α= 0.05, se toma Ho: No existen diferencias			
		3D	35.225	0.677	3.028					
		Fotogrametría	34.3	0.722	3.23					
8	Ancho de cadera, parado	Tradicional	35.265	0.673	3.01	p=0.000	P<α= 0.05, se toma Ha: Existen diferencias significativas	p=0.000	T vs 3D: Significativo	
		3D	37.197	0.698	3.123					
		Fotogrametría	34.85	0.73	3.265					

Resultados del objetivo específico 3

Parámetros partes seccionadas (Mano, Pie, Cabeza y Cintura)									
No	Parámetro	Método	Media	SEM	Desv. Est.	Valor-p (ANOVA)	Decisión	Valor-p (Tukey)	Comparación significativa
9	Ancho de pie	Tradicional	9.115	0.183	0.82	p=0.05	P=α=0.05, se toma	p=0.226	T vs 3D: No significativo
		3D	9.374	0.15	0.669		Ha: Existen diferencias significativas		
		Fotogrametría	9.5	0.199	0.889				
10	Longitud de pie	Tradicional	24.016	0.371	1.617	p=0.386	P>α=0.05, se toma H ₀ :		
		3D	24.193	0.366	1.596		No existen diferencias significativas		
		Fotogrametría	24.316	0.306	1.336				
11	Circunferencia de cintura	Tradicional	86.85	2.76	12.36	p=0.000	P<α=0.05, se toma	p=0.000	T vs F: Sgnificativo
		3D	81.26	2.65	11.83		Ha: Existen diferencias significativas		
12	Ancho de mano	Tradicional	7.858	0.133	0.579	p=0.663	P>α=0.05, se toma H ₀ :		
		3D	7.758	0.156	0.68		No existen diferencias significativas		
		Fotogrametría	7.789	0.164	0.713				
13	Longitud de mano	Tradicional	17.468	0.261	1.14	p=0.006	P>α=0.05, se toma H ₀ :		
		3D	17.086	0.268	1.168		No existen diferencias significativas		
		Fotogrametría	17.737	0.341	1.485				
14	Largo de cabeza	Tradicional	18.942	0.171	0.747	p=0.000	P<α=0.05, se toma	p=0.000	T vs 3D: Sgnificativo
		3D	20.03	0.158	0.687		Ha: Existen diferencias significativas		
		Fotogrametría	20.263	0.274	1.195				
15	Ancho de cabeza	Tradicional	15.175	0.12	0.537	p=0.001	P<α=0.05, se toma	p=0.004	T vs 3D: Sgnificativo
		3D	15.947	0.114	0.511		Ha: Existen diferencias significativas		
		Fotogrametría	15.2	0.258	1.152				
16	Circunferencia de cabeza	Tradicional	56.4	0.302	1.349	p=0.000	P<α=0.05, se toma	p=0.000	T vs F: Sgnificativo
		3D	58.14	0.336	1.501		Ha: Existen diferencias significativas		

Resultados del objetivo específico 3

No	Parámetro	Método	Parámetros en posición de sentado			Valor-p (ANOVA)	Decisión	Valor-p (Tukey)	Comparación significativa
			Media	SEM	Desv. Est.				
17	Altura sentada	Tradicional	87.715	0.917	4.103	p=0.000	P< α =0.05, se toma Ha: Existen diferencias significativas	p=0.017	T vs 3D: Sgnificativo
		3D	88.962	0.815	3.646				
		Fotogrametría	90.15	0.99	4.428				
18	Altura de los ojos, sentado	Tradicional	75.878	0.971	4.121	p=0.000	P< α =0.05, se toma Ha: Existen diferencias significativas	p=0.965	T vs 3D: No Sgnificativo
		3D	75.762	0.815	3.459				
		Fotogrametría	77.667	0.932	3.956				
19	Altura de los hombros, sentado	Tradicional	58.94	0.721	3.224	p=0.231	P> α =0.05, se toma Ho: No existen diferencias significativas		
		3D	58.227	0.588	2.628				
		Fotogrametría	58.15	0.859	3.843				
20	Altura de las rodillas, sentado	Tradicional	49.805	0.778	3.481	p=0.05	P= α =0.05, se toma Ha: Existen diferencias significativas	p=0.012	T vs 3D: Sgnificativo
		3D	51.053	0.799	3.571				
		Fotogrametría	49.8	0.79	3.533				
21	Altura se poplítea, sentado	Tradicional	40.916	0.434	1.891	p=0.000	P< α =0.05, se toma Ha: Existen diferencias significativas	p=0.003	T vs 3D: Sgnificativo
		3D	39.637	0.472	2.058				
		Fotogrametría	38.895	0.648	2.826				
22	Distancia de glúteos a la rodilla	Tradicional	58.079	0.928	4.047	p=0.406	P> α =0.05, se toma Ho: No existen diferencias significativas		
		3D	58.358	0.83	3.618				
		Fotogrametría	57.579	0.968	4.221				
23	Altura de codos, sentado	Tradicional	24.461	0.526	2.23	p=0.009	P< α =0.05, se toma Ha: Existen diferencias significativas	p=0.046	T vs 3D: Sgnificativo
		3D	23.251	0.398	1.689				
		Fotogrametría	22.944	0.514	2.182				
24	Altura de los muslos	Tradicional	14.884	0.593	2.654	p=0.000	P< α =0.05, se toma Ha: Existen diferencias significativas	p=0.191	T vs 3D: No Sgnificativo
		3D	15.789	0.588	2.631				
		Fotogrametría	17.1	0.653	2.918				
25	Distancia de un codo al otro	Tradicional	46.11	1.02	4.55	p=0.002	P< α =0.05, se toma Ha: Existen diferencias significativas	p=0.222	T vs 3D: No Sgnificativo
		3D	47.55	1.13	5.07				
		Fotogrametría	44.25	1.19	5.32				
26	Ancho de hombros	Tradicional	44.4	1.02	4.34	p=0.000	P< α =0.05, se toma Ha: Existen diferencias significativas	p=0.001	T vs 3D: Sgnificativo
		3D	46.35	1.16	4.91				
		Fotogrametría	44	1.03	4.38				
27	Ancho de caderas, sentado	Tradicional	39.365	0.669	2.994	p=0.004	P< α =0.05, se toma Ha: Existen diferencias significativas	p=0.944	T vs 3D: No Sgnificativo
		3D	39.497	0.751	3.357				
		Fotogrametría	40.7	0.754	3.373				

Resultados del objetivo específico 3

No	Parametro	Metodo	
		3D	Fotogrametria
1	Estatura	✓	✓
2	Altura de los ojos	✓	✓
3	Altura de los hombros	✓	✓
4	Profundidad de tórax	✓	✓
5	Altura de los codos	✓	
6	Altura de los nudillos	✓	
7	Agarre de codo	✓	✓
8	Ancho de cadera, parado		✓
9	Ancho de pie	✓	
10	Longitud de pie	✓	✓
11	Circunferencia de cintura		-
12	Ancho de mano	✓	✓
13	Longitud de mano	✓	✓
14	Largo de cabeza		
15	Ancho de cabeza		✓
16	Circunferencia de cabeza		-
17	Altura sentada		
18	Altura de los ojos, sentado	✓	
19	Altura de los hombros, sentado	✓	✓
20	Altura de las rodillas, sentado		✓
21	Altura se poplítea, sentado		
22	Distancia de glúteos a la rodilla	✓	✓
23	Altura de codos, sentado		
24	Altura de los muslos	✓	
25	Distancia de un codo al otro	✓	✓
26	Ancho de hombros		✓
27	Ancho de caderas, sentado	✓	

Datos de comparación:

- Se analizaron **27 parámetros antropométricos** en total.
- El análisis mostró que en el **63% de los parámetros**, no se observaron diferencias significativas entre las mediciones del escaneo 3D, la fotogrametría y el método tradicional ($p > 0.05$).

Resultados del objetivo específico 4

Triangulación de expertos:

- Un panel de 3 expertos, 1 experto métodos de ingeniería, 1 diseño de experimentos y 1 de software de 3D revisó los resultados obtenidos y las metodologías aplicadas.
- **Revisión de procedimientos:**
 - Los expertos analizaron los procedimientos de medición y verificaron que tanto los métodos tradicionales como los tecnológicos fueron aplicados de manera adecuada.
 - A mejorar técnicas, instrumentos, procedimientos, software y entendimiento de la norma ISO:7250-1:2017

Conclusión específica 1

El estudio R&R reveló que tres de las herramientas evaluadas presentaron un porcentaje de varianza (%VE) inferior al 10%, indicando alta confiabilidad y consistencia en las mediciones. Sin embargo, el antropómetro y el software SolidWorks mostraron %VE de 28.73% y 20.12%, respectivamente, lo que sugiere una contribución moderada a la variabilidad, aunque el sistema de medición en general sigue siendo aceptable. Esta variabilidad moderada se debe a la falta de experiencia de uno de los operadores con estos instrumentos y software. Para controlar este factor de variabilidad, es fundamental que las mediciones sean realizadas por el operador que ha demostrado el mejor desempeño con cada herramienta. Esto mejorará la precisión del estudio comparativo y aumentará la validez de los resultados.

Conclusión específica 2

La realización de una prueba piloto previa a la recolección de datos finales resultó ser un elemento esencial para optimizar el proceso de medición antropométrica. Este ensayo inicial permitió acumular experiencia y establecer una base sólida para la ejecución de técnicas de recolección de datos. En este estudio la prueba piloto mejoró la comodidad de los sujetos y redujo el tiempo de medición en un 62.5% al medir 27 parámetros con tres métodos diferentes. En consecuencia, se puede afirmar que llevar a cabo una prueba piloto antes de la recolección de datos antropométricos no solo optimiza los procedimientos, sino que también mejora la precisión de los datos al refinar las técnicas.

Conclusión específica 2

La recolección final de los datos había dado como resultado la obtención de 1580 mediciones, distribuidas en 60 datos para cada parámetro longitudinal y 40 para los dos parámetros de circunferencia. Estas mediciones habían proporcionado una cantidad adecuada y numerosa de datos, lo que había permitido realizar una comparación exhaustiva de las herramientas estudiadas. Las mediciones se habían realizado con una muestra de 20 personas, de las cuales 12 eran mujeres y 8 hombres. Por ende, recolectar una base amplia y calidad en la recolección de datos asegura que las conclusiones posteriores en un estudio de comparación sean relevantes y bien fundamentadas.

Conclusión específica 3

El análisis comparativo de las medidas obtenidas mediante fotogrametría y escáner 3D frente al método tradicional, realizado con estadística inferencial y ANOVA, demuestra que ambas tecnologías presentan una precisión comparable en varios parámetros estudiados. Los resultados muestran que no hay diferencias significativas en el 63% de los parámetros medidos con el escáner 3D en comparación con el método tradicional, lo que respalda la validez de estas mediciones. No obstante, en los parámetros donde se encontraron diferencias, 8 de ellos mostraron valores de SEM inferiores a 1.0. Esto indica que, con mejoras en los métodos, técnicas y la calibración, es factible reducir el error y alcanzar una consistencia en las mediciones similar a la del método tradicional.

Conclusión específica 4

En estudios que implican mediciones antropométricas, la ausencia de un pilotaje previo puede resultar en baja eficiencia y errores en la captura de medidas debido al manejo inadecuado de las técnicas. Un pilotaje previo permite optimizar el proceso de medición, mejorando su precisión. Por otro lado, un estudio validado mediante la triangulación de expertos proporciona una visión más completa y equilibrada del tema investigado, incrementando la credibilidad de los hallazgos. La supervisión continua de este estudio por parte de tres expertos en estadística, software 3D y métodos ha contribuido significativamente a perfeccionar la metodología aplicada, asegurando una mayor solidez y fiabilidad en los resultados obtenidos.

Conclusion general

En estudios que implican mediciones antropométricas, la ausencia de un pilotaje previo puede resultar en baja eficiencia y errores en la captura de medidas debido al manejo inadecuado de las técnicas. Un pilotaje previo permite optimizar el proceso de medición, mejorando su precisión. Por otro lado, un estudio validado mediante la triangulación de expertos proporciona una visión más completa y equilibrada del tema investigado, incrementando la credibilidad de los hallazgos. La supervisión continua de este estudio por parte de tres expertos en estadística, software 3D y métodos ha contribuido significativamente a perfeccionar la metodología aplicada, asegurando una mayor solidez y fiabilidad en los resultados obtenidos.

Aplicabilidad e implementación

Observaciones sobre aplicabilidad:

- 1. Optimización de procesos:** Mejora el diseño de estaciones de trabajo y espacios laborales, beneficiando la ergonomía en industrias locales.
- 2. Modernización:** Tecnologías como la fotogrametría y el escáner 3D aceleran y mejoran la precisión en la recolección de datos antropométricos.
- 3. Mejora metodológica:** El uso de tecnologías avanzadas contribuye al desarrollo de una base de datos, apoyando futuras investigaciones y la creación de políticas ergonómicas en Honduras.

El estudio es aplicable a otras instituciones que cuenten con:

- Un área con iluminación controlada, que asegure condiciones óptimas para realizar mediciones precisas, escaneos y fotografías sin interferencias.
- Utilización de mobiliario ergonómico, como bancas diseñadas para mediciones antropométricas, sillas ajustables para el confort del usuario y cintas métricas precisas para la toma de medidas.

Trabajo futuro

La próxima fase de la investigación se enfocará en las siguientes preguntas clave:

- 1. Distancia óptima en fotogrametría:** Identificar la mejor distancia entre el sujeto y la cámara del iPhone para obtener la máxima precisión.
- 2. Ángulo de captura en fotogrametría:** Evaluar cómo el ángulo de la cámara (picado vs. contrapicado) afecta el error en las mediciones.
- 3. Superficie rotativa para escaneo 3D:** Determinar el efecto de usar una superficie rotativa en comparación con el método actual de escaneo donde el sujeto permanece inmóvil.
- 4. Impacto de la iluminación en fotogrametría:** Investigar cómo diferentes condiciones de iluminación influyen en la precisión de las mediciones.

Esta fase también incluirá la expansión de la base de datos antropométrica para desarrollar estándares ergonómicos más precisos y aplicables en distintos entornos laborales.

Referencias bibliográficas

- Agost, M. J., & Vergara, M. (2015). Antropometría aplicada al diseño de producto. Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions. <https://elibro.net/es/ereader/unitechn/42367?page=11>
- Agost Torres, M. J. (2023). Problemas resueltos de Antropometría aplicada al diseño de producto. Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions. <https://elibro.net/es/ereader/unitechn/249436?page=4>
- Alarcon Vilca, C. A. (2019). La importancia de la antropometría como herramienta de identificación en dictámenes periciales realizados a delincuentes en la ciudad de Arequipa, DIRINCRI 2018. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9948>
- Alonso Becerra, A., & Hernández González, A. (2016). ANTROPOMETRÍA. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS PARA LA CAPTACIÓN DE LAS DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS. Revista EIA, 26, 47-59.
- Arenas Betancur, J. F., Morales, J. A. P., & Rodríguez Ledesma, C. A. (2023). Validación de Sistema de Medición Antropométrica con Escáner 3d bajo las normas UNE-EN ISO20685 y NTC ISO10012 (Validation of the Anthropometric Measurement System with 3d Scanner under the UNE-EN ISO20685 y NTC ISO10012 standards). Retos, 49, 572-579. <https://doi.org/10.47197/retos.v49.97096>
- Benavides, M. O., & Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: Triangulación. Revista Colombiana de Psiquiatría, 34(1), 118-124.
- Bernilla Sánchez, M. G. (2019). Comparación de las medidas de dos métodos de medición para la obtención de los ángulos de powell en los estudiantes del C. P. P. C. C. E. USS, 2019. Repositorio Institucional - USS. <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7290>

Referencias bibliográficas

- Borrego del Pino, S. (2008). Estadística descriptiva e inferencial. https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_12/SILVIA_BORREGO_2.pdf
- Burgos Navarrete, F. J., & Escalona, E. (2017). Prueba piloto: Validación de instrumentos y procedimientos para recopilar data antropométrica con fines ergonómicos. 12.
- Cárdenas-López, C., Hava-Navarro, K., Suverza-Fernández, A., & Perichart-Perera, O. (2005). Mediciones antropométricas en el neonato. Boletín médico del Hospital Infantil de México, 62(3), 214-224.
- Carmona Benjumea, A. (2003). Aspectos antropométricos de la población laboral española aplicados al diseño industrial. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. <https://www.insst.es/documents/94886/4948468/Aspectos+antropom%C3%A9tricos+de+la+poblaci%C3%B3n+laboral+espa%C3%B1ola.pdf/673b7cc6-fc69-671c-e615-bcf39ee068da?t=1683316592742>
- Dagnino, J. (2014). ANÁLISIS DE VARIANZA. <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv43n04.07.pdf>
- Díaz-García, J., González-Zapata, L. I., & Estrada- Restrepo, A. (2012). Comparación entre variables antropométricas auto reportadas y mediciones reales. <https://www.proquest.com/docview/2082112846/abstract/5A4CA4C66DC4665PQ/4?sourcetype=Scholarly%20Journals>
- Díaz-Granda, R. C., & Díaz-Granda, L. E. (2019). Estudio Transversal: Anemia Materna del Tercer Trimestre y su Relación con Prematuridad y Antropometría Neonatal en el Hospital Vicente Corral Moscoso, Cuenca – Ecuador, 2016 - 2017. REVISTA MEDICA HJCA, 11(1), Article 1.
- Esteller, F., & Belén, A. (2018). Validación de sistemas de medidas antropométricas del pie mediante escáner 3D. <https://riUNET.upv.es/handle/10251/94287>

Referencias bibliográficas

- Fassio, A., & Rutty, M. G. (2013). La triangulación aplicada a la gestión: Diagnóstico, monitoreo y evaluación de políticas públicas. Documentos y aportes en administración pública y gestión estatal, 20, 149-165.
- García, T. (2023). ANÁLISIS DE MEJORAS EN LA PRÁCTICA DE ANTROPOMETRÍA MEDIANTE ESCANEO 3D Y FOTOGRAMETRÍA EN UNITEC.
- Geraldo, A. P. (2014). Confiabilidad De Medidas Antropométricas En Un Grupo De Estudiantes Universitarias De Bogotá. <https://www.proquest.com/docview/2150552036/abstract/5A4CA4C66DC4665PQ/6?sourcetype=Scholarly%20Journals>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). Metodología de la investigación (sexta). McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández- Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2023). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (segunda). McGraw-Hill Interamericana. <https://www.ebooks7-24.com:443/?il=31455>
- ISO. (2017). Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico. Parte 1: Definiciones de las medidas del cuerpo y referencias (ISO 7250-1:2017). <https://ecollection.icontec.org/normavw.aspx?ID=45655>
- Labrador Parra, A., Escalona, E., & Gollo, O. (2023). Estudio piloto comparativo de medidas antropométricas en bipedestación entre Tablas antropométricas y un Antropómetro Harpenden. <http://saber.ucv.ve/handle/10872/22250>
- Lema Ordóñez, H. P., & Martínez Luzuriaga, P. N. (2017). Diseño e implementación de un escáner 3D basado en visión artificial estéreo para el modelado y prototipado de prótesis ortopédicas pasivas por debajo del codo. [bachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/7593>

Referencias bibliográficas

- Lescay, R. N., Becerra, A. A., & González, A. H. (2016). ANTROPOMETRÍA. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS PARA LA CAPTACION DE LAS DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS. Revista EIA, 13(26), Article 26. <https://doi.org/10.24050/reia.v13i26.799>
- López Acosta, M., De la Vega Bustillos, E., Ramírez Cárdenas, E., Chacara Montes, A., Velarde Cantú, J., & Báez Hernández, G. (2019). Antropometría para el diseño de puestos de trabajo (Primera). Editorial ITSON.
- López, S., & Guadalupe, A. V. (2021). Propuesta de una metodología para desarrollar y evaluar técnicas de fotogrametría como herramientas para la realización del mapeo de patologías en elementos patrimoniales. <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/2186>
- Medrano, D. L. de L., Muñoz, M. G. M., & Ochoa, C. (2017). La antropometría en el reconocimiento del riesgo cardiovascular. Revista Cubana de Alimentación y Nutrición, 27(1), 167-188.
- Miranda Delgado, R. G. (2021). ¿Qué esperan los latinoamericanos de la democracia?. Un modelo de análisis de varianza (ANOVA). Agenda Internacional, 28(39), 97-118.
- Nariño Lescay, R., Alonso Becerra, A., & Hernández González, A. (2016). ANTROPOMETRÍA. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS PARA LA CAPTACION DE LAS DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS. Revista EIA, 26, 47-59.
- Nariño Lescay, R., Alonso Becerra, A., & Hernández González, A. (2018, abril 1). ANTROPOMETRÍA. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS PARA LA CAPTACION DE LAS DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372016000200004&script=sci_arttext
- Navarro, P. R. (2012). La fotogrametría digital automatizada frente a los sistemas basados en sensores 3D activos. EGA Expresión Gráfica Arquitectónica, 20, Article 20. <https://doi.org/10.4995/ega.2012.1408>
- Nolberto Sifuentes, V. A., & Ponce Aruneri, M. E. (2008). ESTADÍSTICA INFERENCIAL APLICADA.

Referencias bibliográficas

Ortiz Coder, P. (2013). Digitalización automática del patrimonio arqueológico a partir de fotogrametría. *Virtual Archaeology Review*, 4(8), 46-49.

Osorio Mendoza, A. (2019). Análisis y diseño del puesto de trabajo en el taller de arquitectura, UNITEC. Tegucigalpa; Honduras: Edunitec, 2019.

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Ríos, L. (2009). Guatemala: Una revisión de las fuentes antropométricas disponibles. <https://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/163947>

Valverde Bastidas, J., Cesén Arteaga, M., & Sarmiento Borja, E. (2020). Restauración y conservación digital de fósiles mediante escaneo 3D y la reproducción con prototipado rápido. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(9 (Enero-Julio)), 392-420.

Vargas-Domínguez, C., & Vázquez-García, J. C. (2024). Repetibilidad y reproducibilidad de la capacidad inspiratoria medida por espirometría y por pletismografía corporal. *NCT Neumología y Cirugía de Tórax*, 82(1), 7-13.

Veiga, N., Otero, L., & Torres, J. (2020). Reflexiones sobre el uso de la estadística inferencial en investigación didáctica. *InterCambios: Dilemas y Transiciones de la Educación Superior*, 7(2), 5.

Vinasco Isaza, L. E. (s. f.). Estudio de Repetibilidad y Reproducibilidad R&R. <https://cicalidad.com/estudios-rr-del-sistema-de-medicion/>