

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y
COMPORTAMIENTO HUMANO**

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“EVALUACIÓN DE VELOCIDADES ÓPTIMAS DE GIRO DEL
CUERPO HUMANO PARA EL ESCANEADO EN EL SOMTA (SISTEMA
ÓPTICO MECÁNICO PARA TOMA DE MEDIDAS
ANTROPOMÉTRICAS)”**

Realizado por:

ALEJANDRO LENIN RIVADENEIRA MASABANDA

Director del proyecto:

MSc. PABLO DÁVILA

Como requisito para la obtención del título de:

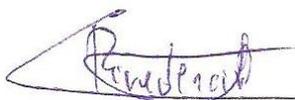
INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Quito, 13 de junio de 2019

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, ALEJANDRO LENIN RIVADENEIRA MASABANDA, con cédula de identidad # 172276873-4 declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Alejandro Lenin Rivadeneira Masabanda
C.C.: 172276873-4

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“EVALUACIÓN DE VELOCIDADES ÓPTIMAS DE GIRO DEL CUERPO HUMANO PARA EL ESCANEADO EN EL SOMTA (SISTEMA ÓPTICO MECÁNICO PARA TOMA DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS)”

Realizado por:

ALEJANDRO LENIN RIVADENEIRA MASABANDA

como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

ha Sido dirigido por el profesor

PABLO DÁVILA

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



Pablo Dávila

DIRECTOR

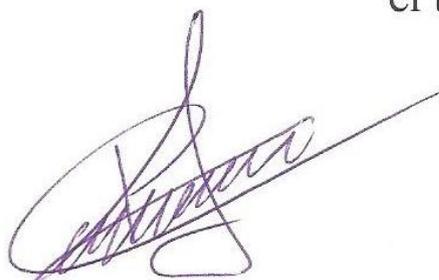
LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

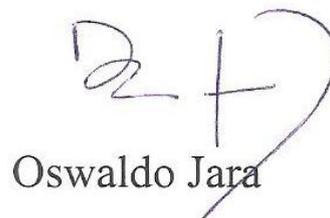
ESTEBAN CARRERA

OSWALDO JARA

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador



Esteban Carrera



Oswaldo Jara

Quito, 13 de junio de 2019

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a mis padres. Ángela Masabanda y Edison Rivadeneira por ser mi apoyo principal para la culminación de este proyecto; su ayuda en el aspecto académico, laboral y familiar a través de todo este tiempo. Gracias Padres por estar siempre junto a mí.

A mi mejor amigo Hugo Arcos. Por su cariño y apoyo incondicional de padre. Su ejemplo en ser una guía para mi formación profesional tanto en el aspecto humanístico y laboral.

A mis amigos Ronnie, Jack y Bruce por su amistad y lealtad durante este tiempo siendo un soporte para superar los obstáculos que se han presentado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, abuelos y amigos que sin su apoyo la culminación de este proyecto no se podría haber realizado.

Al profesor Pablo Dávila ya que, bajo su dirección, y su entrega se logró culminar el presente proyecto.

A los profesores Esteban Carrera y Oswaldo Jara, quienes con su lectura y puntos de vista aportaron a que el desarrollo de la investigación tome el enfoque necesario para ser integrado y culminado.

A los instructores de la carrera de Ingeniería en Seguridad y Salud Ocupacional de la facultad de Ciencias del Trabajo y Comportamiento Humano, por sus enseñanzas y dedicación hacia mí como alumno ayudó en gran parte a mi formación profesional.

A la Universidad Internacional SEK, por su esfuerzo de formar profesionales de alto nivel.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. El problema de la investigación	1
1.1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.1.1. Diagnóstico del problema	1
1.1.1.2. Pronóstico	2
1.1.1.3. Control de pronóstico	2
1.1.2. Objetivo general	2
1.1.3. Objetivos específicos	2
1.1.4. Justificación	3
1.2. Marco Teórico	4
1.2.1. Antropometría	4
1.2.2. Medición de datos antropométricos	6
1.2.3. Puntos antropométricos y su ubicación	9
1.2.4. Métodos de medición antropométricos	9
1.2.5. Armado y puesta en marcha del equipo de control de plataforma	9
1.2.6. Prueba de funcionamiento	9
1.2.7. Rotulación y señalización del SOMTA	11
1.2.8. Manual de Operación del SOMTA	12
1.2.9. Estado actual del conocimiento sobre el tema	12
1.2.9.1. Tecnologías para la captación de medidas antropométricas	12
1.2.9.2. Equipos de medición indirecta:	17
1.2.10. Software utilizado en el SOMTA	23
1.2.11. Adopción de una perspectiva teórica	24
1.2.12. Hipótesis	24
1.2.13. Identificación y caracterización de variables	25
CAPÍTULO II. MÉTODO	26
2.1. Nivel de estudio	26
2.2. Modalidad de investigación	26
2.3. Método	27
2.4. Selección de instrumentos de investigación	27
CAPÍTULO III. RESULTADOS	28
3.1. Presentación y análisis de resultados	28
3.1.1. Pruebas de velocidad óptima con diferentes equipos de procesamiento	28
3.1.1.1. Prueba 1	29
3.1.1.2. Prueba 2	34

3.1.1.3.	Prueba 3.....	40
3.1.1.4.	Prueba 4.....	47
3.2.	Aplicación Práctica.....	49
3.2.1.	Equipos para medición antropométrica indirecta utilizando el SOMTA	49
3.2.1.1.	Opción 1.....	49
3.2.1.2.	Opción 2.....	50
3.2.2.	Tabla de comparación y análisis de la viabilidad de la implementación de los diferentes métodos para la toma indirecta de medidas antropométricas.....	51
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN		55
4.1.	Conclusiones	55
4.2.	Recomendaciones.....	56
ANEXOS		60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Velocidades de giro del SOMTA	10
Tabla 2. Ventajas y desventajas de la medición indirecta por medio del Equipo de termografía infrarroja, SYMCAD y Body Scanner.	19
Tabla 3. Características de CPU con el mayor hardware disponible para las pruebas (CPU “A”).	29
Tabla 4. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de bipedestación con el CPU “A”.	29
Tabla 5. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de sedestación con el CPU “A”	32
Tabla 6. Características de CPU que forma parte del SOMTA (CPU “B”).	34
Tabla 7. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de bipedestación con el CPU “B”.	35
Tabla 8. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de sedestación con el CPU “B”.	37
Tabla 9. Características de CPU de gama media disponible para la prueba. (CPU “C”).	40
Tabla 10. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de bipedestación con el CPU “C”.	41
Tabla 11. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de sedestación con el CPU “C”.	44
Tabla 12. Características de CPU de gama baja disponible para la prueba. (CPU “D”).	47
Tabla 13. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de bipedestación con el CPU “D”.	48
Tabla 14. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de sedestación con el CPU “D”.	48
Tabla 15. Desglose de costos de Unidad de procesamiento “A”	49
Tabla 16. Costo total de la Unidad de procesamiento “A” para el SOMTA.	50
Tabla 17. Desglose de costos de Unidad de procesamiento “B”	50
Tabla 18. Costo total de la Unidad de procesamiento “B” para el SOMTA.	51
Tabla 19. Análisis de la viabilidad de la implementación de los diferentes métodos para la toma indirecta de medidas antropométricas.	51
Tabla 20. Especificaciones técnicas del SOMTA	78
Tabla 21. Costos de fabricación de plataforma del SOMTA	86
Tabla 22. Costo de adquisición de CPU “A”	88
Tabla 23. Costo de adquisición de CPU “B”	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Planos de referencia del cuerpo humano.....	5
Fig. 2. Antropómetro.....	7
Fig. 3. Calibre (pie de rey).	7
Fig. 4. Cinta antropométrica.....	8
Fig. 5. Prueba de funcionamiento del SOMTA con una persona de prueba	10
Fig. 6. Rotulación de protecciones eléctricas del sistema (izquierda). Señalización de riesgos eléctricos de maniobras en el interior del gabinete de control (derecha).....	11
Fig. 7. Rotulación de maniobras y señalización de operación en gabinete de control.	11
Fig. 8. Rotulación y señalización de riesgos en plataforma de Giro del SOMTA.	12
Fig. 9. Medición antropométrica 1D manual.....	14
Fig. 10. Registro del contorno de la huella plantar.....	15
Fig. 11. Sesión de escaneo 3D.....	17
Fig. 12. Cámara termográfica Fluke TI 90 (izquierda). Software de cámara termográfica fluke TI 90 (derecha).....	18
Fig. 13. Cabina de SYMCAD III.	18
Fig. 14. Body Scanner.	19
Fig. 15. SOMTA.....	22
Fig. 16. Persona en posición de bipedestación para prueba con CPU “A”.	30
Fig. 17. Escaneo de persona en Velocidad alta en posición de bipedestación. Prueba N° 1.	30
Fig. 18. Escaneo de persona en Velocidad baja en posición de bipedestación. Prueba N° 1.	30
Fig. 19. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad alta en posición de bipedestación en Prueba N° 1.....	31
Fig. 20. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad baja en posición de bipedestación en Prueba N° 1.....	31
Fig. 21. Persona en posición de sedestación para prueba con CPU “A”.....	32
Fig. 22. Escaneo de persona en Velocidad alta en posición de sedestación. Prueba N° 1.....	33
Fig. 23. Escaneo de persona en Velocidad baja en posición de sedestación. Prueba N° 1.....	33
Fig. 24. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad alta en posición de sedestación en Prueba N° 1.....	33
Fig. 25. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad baja en posición de sedestación en Prueba N° 1.....	34
Fig. 26. Persona en posición de bipedestación para prueba con CPU “B”.....	35
Fig. 27. Escaneo de persona en Velocidad alta en posición de bipedestación. Prueba N° 2.	36
Fig. 28. Escaneo de persona en Velocidad baja en posición de bipedestación. Prueba N° 2.	36
Fig. 29. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad alta en posición de bipedestación en Prueba N° 2.....	36
Fig. 30. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad baja en posición de bipedestación en Prueba N° 2.....	37
Fig. 31. Persona en posición de sedestación para prueba con CPU “B”.....	38
Fig. 32. Escaneo de persona en Velocidad alta en posición de sedestación. Prueba N° 2.....	38
Fig. 33. Escaneo de persona en Velocidad baja en posición de sedestación. Prueba N° 2.....	38
Fig. 34. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad alta en posición de sedestación en Prueba N° 2.....	39
Fig. 35. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad baja en posición de sedestación en Prueba N° 2.....	39
Fig. 36. Persona en posición de bipedestación para prueba con CPU “C”.....	42
Fig. 37. Escaneo de persona en Velocidad media en posición de bipedestación. Prueba N° 3.	42
Fig. 38. Escaneo de persona en Velocidad baja en posición de bipedestación. Prueba N° 3.	42

Fig. 39. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad media en posición de bipedestación en Prueba N° 3.....	43
Fig. 40. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad baja en posición de bipedestación en Prueba N° 3.....	43
Fig. 41. Persona en posición de sedestación para prueba con CPU “C”.....	45
Fig. 42. Escaneo de persona en Velocidad alta en posición de sedestación. Prueba N° 3.....	45
Fig. 43. Escaneo de persona en Velocidad media en posición de sedestación. Prueba N° 3.....	45
Fig. 44. Escaneo de persona en Velocidad baja en posición de sedestación. Prueba N° 3.....	45
Fig. 45. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad alta en posición de sedestación en Prueba N° 3.....	46
Fig. 46. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad media en posición de sedestación en Prueba N° 3.....	46
Fig. 47. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad baja en posición de sedestación en Prueba N° 3.....	47
Fig. 48. Guía de ubicación de puntos antropométricos.....	63
Fig. 49. Elementos de maniobra y señalización (derecha). Gabinete metálico doble fondo (izquierda).....	67
Fig. 50. Equipos de control, variación de velocidad y protección eléctrica.....	67
Fig. 51. Ubicación de elementos de maniobra y señalización en gabinete (izquierda). Armado de cableado de control y fuerza provisional para pruebas (derecha).....	68
Fig. 52. Armado y montaje de circuito de control en gabinete.....	68
Fig. 53. Conexión de cable de alimentación del sistema SOMTA y cable de comunicación y alimentación para plataforma de giro.....	69
Fig. 54. Montaje de tomacorrientes en plataforma.....	69
Fig. 55. Conexión eléctrica de tomacorrientes, motor de tracción, zumbador electrónico a bornera de derivación y receptáculo de terminal de conexión eléctrica.....	70
Fig. 56. Plataforma y gabinete de control del SOMTA.....	71
Fig. 57. Plataforma, gabinete de control del SOMTA.....	79
Fig. 58. Sockets lateralizados de conexión plug and play del SOMTA.....	80
Fig. 59. Protecciones eléctricas del SOMTA en gabinete de control.....	81
Fig. 60. Pulsador de paro de emergencia del SOMTA.....	81
Fig. 61. Elementos de maniobra y control del SOMTA en gabinete de control.....	82
Fig. 62. Dispositivos componentes del SOMTA.....	83
Fig. 63. Distribución de Socket de conexión de gabinete de control (izquierda). Símbolos de distribución de socket de conexión de gabinete).....	84
Fig. 64. Diagrama eléctrico de control y operación de SOMTA.....	85

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Glosario	61
Anexo 2 - Puntos antropométricos y su ubicación	63
Anexo 3 - Armado y puesta en marcha del equipo de control de plataforma	67
Anexo 4 - Manual de operación del SOMTA	71
Anexo 5 - Costo de Fabricación del SOMTA	86

RESUMEN

La medición antropométrica es un método de acceso no tan complejo, cuya información obtenida es muy importante para la prevención de riesgos y enfermedades ocupacionales en los diferentes puestos de trabajo; ya que el diseño de puestos de trabajo, herramientas, equipo de seguridad y protección personal deben ajustarse a la persona y no la persona a ellos. El método tradicional para la medición antropométrica corresponde a la toma de datos de forma directa sobre los individuos, esto puede demandar de 50 a 60 minutos por persona, lo que representa un costo muy alto por el tiempo de la persona a ser medida.

Con la finalidad de obtener los datos antropométricos de cualquier persona de forma indirecta con el menor costo posible en tiempo del trabajador a ser medido y de los técnicos especializados, se desarrolló el SOMTA (Sistema óptico mecánico para toma de medidas antropométricas), el cual mediante su automatización por medio de un control electromecánico facilita y agiliza la toma de los datos antropométricos.

Se realizaron diferentes pruebas con el SOMTA en diferentes equipos de procesamiento (CPU), lo cual permitió obtener las características mínimas de operación del SOMTA para su correcto funcionamiento en un equipo de procesamiento de gama media el cual permite encontrar resultados aceptables en el menor tiempo.

Finalmente se desarrolló un manual de operación del equipo el cual indica las instrucciones y requerimientos que se deben cumplir en seguridad para la instalación y operación del SOMTA.

Palabras Clave: Medición antropométrica indirecta, diseño de puesto de trabajo, antropometría, tecnologías de medición.

ABSTRACT

Anthropometric measurement is not a so complex access method, which information is very important for the prevention of risks and occupational diseases in different jobs; since the design of jobs, tools, safety equipment and personal protection must fit the person and not the person to them. The traditional method for anthropometric measurement corresponds to the taking of data directly on the persons; this may require 50 to 60 minutes per person, which represents a very high cost for the time of the person to be measured.

In order to obtain the anthropometric data of any person indirectly with the lowest possible cost in time of the worker to be measured and specialized technicians, the MOSTAM (Mechanical optical system for taking anthropometric measurements) was developed, which its automation through an electromechanical control facilitates and expedites the collection of anthropometric data.

Different tests were performed with the MOSTAM in different processing equipment (CPU), which allowed obtaining the minimum operating characteristics of MOSTAM for its correct operation in a mid-range processing equipment, which allows finding acceptable results in the shortest time.

Finally, a manual for the operation of the equipment was developed, which indicates the instructions and requirements that must be accomplished in safety for the installation and operation of the MOSTAM

Keywords: Indirect anthropometric measurement, job design, anthropometry, measurement technologies.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. El problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Evaluación de velocidades óptimas de giro del cuerpo humano para el escaneo en el SOMTA (Sistema óptico mecánico para toma de medidas antropométricas).

1.1.1.1. Diagnóstico del problema

Previamente se implementó el SOMTA (Sistema óptico mecánico para toma de medidas antropométricas) como un proyecto que permitirá obtener los datos antropométricos de cualquier persona de forma indirecta.

El desarrollo evolutivo del SOMTA se ha venido realizando periódicamente conforme se han identificado diferentes necesidades para la toma de datos antropométricos de diferentes personas.

El funcionamiento de este sistema se ha llegado a automatizar mediante la implementación de un sistema de control electromecánico que trabaja en conjunto con los componentes del SOMTA con el objetivo de facilitar y agilizar la toma de datos antropométricos. Es en este punto donde se enfoca el estudio del presente documento, en el cual mediante diferentes pruebas se plantea el obtener las velocidades óptimas de funcionamiento del SOMTA en diferentes equipos de procesamiento (CPU), para finalmente obtener las características de operación mínimas del SOMTA para su correcto funcionamiento en un equipo de procesamiento básico, junto con el manual de operación del equipo el cual indicará las instrucciones y requerimientos que se deben cumplir en seguridad para la instalación y operación del SOMTA.

1.1.1.2. Pronóstico

Al no contar con las características mínimas de operación del SOMTA no se podrá dar el uso adecuado del sistema de control automatizado y por ende no se podrán obtener los datos antropométricos de las personas que se desee. Quedando de esta manera el SOMTA obsoleto sin poder aprovechar todas las ventajas que este sistema ofrece en su funcionamiento.

1.1.1.3. Control de pronóstico

El proceso de encontrar las características mínimas para operación del SOMTA consistió en la ejecución de varias pruebas con diferentes configuraciones. Las mismas que fueron puestas a prueba con diferentes equipos de procesamiento. La ejecución de estas pruebas llevó a obtener las características de operación del SOMTA, así como su manual de operación y la configuración óptima para su adecuado funcionamiento en un equipo de procesamiento básico.

1.1.2. Objetivo general

Identificar la velocidad óptima frente a las capacidades del hardware que utiliza el SOMTA. Mediante pruebas de campo para definir las configuraciones que se podrían disponer.

1.1.3. Objetivos específicos

- Identificar la relación entre las características del software y la velocidad máxima de giro que acepta el sistema en base al hardware del equipo de procesamiento disponible para optimizar el proceso de toma de datos.
- Evaluar el costo del hardware mínimo de procesamiento requerido frente al costo del hardware de procesamiento que se dispone para recomendar una configuración óptima.
- Elaborar un manual básico de operación con velocidades óptimas mediante el descimen de las pruebas para lograr una operación óptima del SOMTA.

1.1.4. Justificación

La medición antropométrica es un método de acceso no tan complejo, a la cual es recomendable que la mayor parte de la población pueda acceder. La información obtenida de la medición antropométrica es muy importante para la prevención de riesgos y enfermedades ocupacionales en los diferentes puestos de trabajo; ya que el diseño de puestos de trabajo, herramientas, equipo de seguridad y protección personal deben ajustarse a la persona y no la persona a ellos. Por tanto, un estudio antropométrico debe ser considerado como parte inicial para el diseño e implementación de puestos de trabajo.

El método tradicional corresponde a la toma de datos de forma directa sobre los individuos, esto puede demandar de 50 a 60 minutos por persona, lo que representa un costo muy alto por el tiempo de la persona a ser medida, los antropómetros, el tiempo de los técnicos que toman las medidas, el SOMTA pretende eliminar los costos del tiempo de los individuos a ser medidos, el instrumental (antropómetros), y los técnicos especializados.

En base a lo explicado en los párrafos anteriores del presente literal se plantea el evaluar diferentes configuraciones de velocidad de giro hasta encontrar la velocidad óptima para el adecuado funcionamiento del SOMTA, y así permitir que la toma de medidas antropométricas de la persona de prueba pueda ser realizada a la mayor velocidad posible sin pérdida de datos.

1.2. Marco Teórico

1.2.1. Antropometría

Esperanza Valero Cabello del INSHT establece que: “El término antropometría proviene del griego anthropos (hombre) y metrikos (medida) y trata del estudio cuantitativo de las características físicas del hombre”

Antropometría estática:

Medición de las dimensiones del cuerpo estáticas: Medidas que se toman ubicando el cuerpo en una posición determinada y fija.

Antropometría dinámica:

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), en el artículo Antropometría (2010):

El ser humano se encuentra por lo general en movimiento, por esta razón se desarrolló la antropometría dinámica la cual mide las dimensiones dinámicas (medidas realizadas en base a un movimiento asociado a ciertas actividades).

El conocer las dimensiones estáticas del cuerpo humano es básico para diferentes actividades entre esas el diseño de puestos de trabajo y el establecer las distancias necesarias entre el cuerpo y lo que le rodea. Estas dimensiones estáticas del cuerpo son tomadas en posturas normalizadas sea de pie (bipedestación) o sentado (sedestación).

Estas dimensiones (variables antropométricas) son medidas de tipo lineal. Como por ejemplo la altura, distancia con relación a un punto de referencia, longitudes como la distancia entre dos puntos de referencia distintos, etc.

No se detalla a profundidad la antropometría dinámica ya que el estudio en cuestión del SOMTA es de carácter estático.

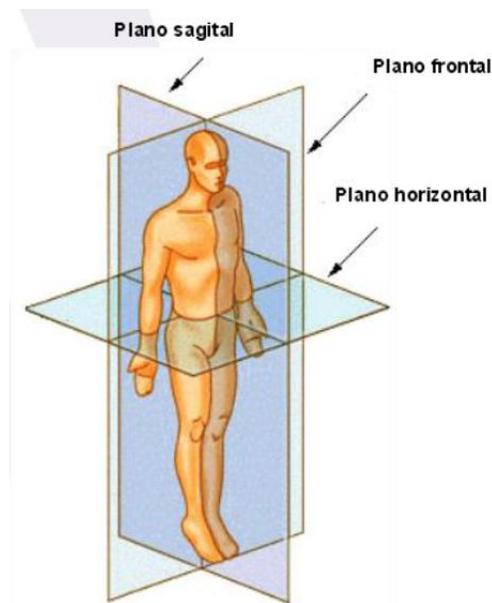
Planos de referencia del cuerpo humano

Superficies planas imaginarias que dividen el cuerpo en dos partes y que permiten describir la ubicación y localización de las distintas partes y órganos del cuerpo humano.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), en el artículo Antropometría (2010):

En general, se tienen en cuenta 3 planos rectangulares, que se cortan en el centro de gravedad del sujeto.

Fig. 1. Planos de referencia del cuerpo humano.
Fuente. "Antropometría (2010), INSHT



Plano sagital medio: Superficie vertical que pasa exactamente por la mitad del cuerpo dividiéndolo en dos mitades simétricas, derecha e izquierda.

Plano frontal o coronal: Superficie vertical en ángulo recto respecto del sagital que divide el cuerpo en dos mitades, anterior (o ventral) y posterior (o dorsal).

Plano horizontal o transversal: Perpendicular respecto a los dos anteriores y divide el cuerpo en dos partes, superior e inferior.

Plano de Frankfurt

Plano horizontal normalizado que pasa por el punto más alto de la abertura del meato auditivo externo (abertura exterior de la oreja) y el punto más bajo del borde orbital inferior (arista inferior de la órbita ocular), cuando el plano medial de la cabeza se mantiene vertical. (Cabello, 2010)

Se lo utiliza como referencia para asegurar una medida antropométrica (por ejemplo, estatura) bien equilibrada, de forma que el individuo no tenga la cabeza demasiado erguida o baja, pudiendo de esa forma alterar los resultados de la medida.

1.2.2. Medición de datos antropométricos

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), en el artículo Antropometría (2010):

Generalmente se trabaja con datos transversales los cuales son medidas obtenidas a partir del estudio de una población grande de individuos, los cuales han sido medidos una sola vez. Estos datos proporcionan una imagen instantánea de la población.

Para que los datos antropométricos obtenidos (medidas antropométricas) en un estudio puedan ser comparados con los de otras poblaciones se deben tomar medidas normalizadas, con técnicas e instrumentos normalizados. Y de igual importancia el personal que realice las mediciones debe contar con la competencia y entrenamiento adecuados del método de medición a utilizar. Finalmente, los instrumentos de medida deben ser verificados y se debe contar con un adecuado registro y tratamiento de datos.

En referencia al método de obtención y tratamiento de datos cabe resaltar que los avances informáticos han facilitado en gran medida la gestión de los datos que se obtienen en estos estudios.

Equipos de medida:

Se utilizan distintos instrumentos dependiendo de las dimensiones a medir. Entre los más empleados podemos destacar el antropómetro, calibres y pie de rey, cinta antropométrica, goniómetros, etc.

Antropómetro: Escala métrica con dos ramas, una fija y otra que se desplaza que se emplea para medir dimensiones lineales y al que se le puede acoplar reglas especiales para medir diámetros.

Fig. 2. Antropómetro.
Fuente: Realmet Institute



Calibre o pie de rey: Similar al antropómetro. Se emplea para medir dimensiones relativamente pequeñas, se emplea para medir grosores, espesores y distancias entre puntos. Mediante piezas que se le pueden acoplar permite medir dimensiones internas y profundidades.

Fig. 3. Calibre (pie de rey).
Fuente: como-funciona.



Normalmente la lectura de estos instrumentos se hace sobre una escala que llevan grabada a lo largo de la pieza fija, aunque algunos ya incluyen una pantalla de cristal líquido que permite la lectura digital.

Cinta antropométrica: Mide perímetros y para la localización del punto medio entre dos puntos anatómicos y goniómetros y flexómetros para medir los ángulos que forman las articulaciones.

Fig. 4. Cinta antropométrica.
Fuente: Vitamex.



La medición directa es la que proporciona los valores más precisos de las dimensiones consideradas. Como ventajas cabe destacar que el equipo es ligero y fácil de transportar, su manejo no es excesivamente complicado. Sin embargo, tiene ciertos inconvenientes, como que el proceso de la medida y su posterior registro es laborioso y requiere experiencia y cuidado, siendo por ello un proceso lento.

Existen otros métodos de medición más sofisticados basados en diferentes tecnologías. Por ejemplo, métodos basados en la técnica fotográfica. Cuando se realiza correctamente puede dar datos muy precisos, pero se trata de una técnica más costosa debido al coste del equipo y a la dificultad de convertir las imágenes fotográficas en medidas reales lo que requiere un procesamiento digital de la imagen. También hay que tener en cuenta que son equipos de más difícil transporte.

Más recientemente se han comenzado a emplear técnicas de registro de imágenes antropométricas en tres dimensiones. Esta técnica facilita la medida de determinadas dimensiones del individuo, pero además tiene otras ventajas entre las que cabe destacar que pueden utilizarse como modelo para el diseño asistido por ordenador de ropa, equipos de protección individual, prótesis, etc.

1.2.3. Puntos antropométricos y su ubicación

Revísese Anexo 2

1.2.4. Métodos de medición antropométricos

Nariño en el artículo Antropometría, análisis comparativo de las tecnologías para la captación de las dimensiones antropométricas (2016):

Método directo

Se basa en la obtención de las dimensiones antropométricas directamente de la persona a partir de los puntos antropométricos, haciendo uso de equipos e instrumentos como se ha mencionado anteriormente en el presente documento.

Método indirecto

Sistemas de captación de las dimensiones antropométricas sin necesidad de interactuar con la persona directamente.

1.2.5. Armado y puesta en marcha del equipo de control de plataforma

Revísese Anexo 3

1.2.6. Prueba de funcionamiento

Se realizan diferentes pruebas con diferentes velocidades de giro de la plataforma en base al tiempo de giro.

Se establece que, en base a las características del sistema de control electromecánico de la plataforma, las velocidades de giro para poder completar una revolución (giro completo de la plataforma) son las siguientes:

Tabla 1. Velocidades de giro del SOMTA
Fuente: Autor.

Velocidad de giro	Revoluciones	Tiempo	Sentido de giro
Baja	1	1.22 min	Horario
Media	1	1 min	
Alta	1	0.30 min	Anti horario

Fig. 5. Prueba de funcionamiento del SOMTA con una persona de prueba
Fuente: Autor.



1.2.7. Rotulación y señalización del SOMTA

Fig. 6. Rotulación de protecciones eléctricas del sistema (izquierda). Señalización de riesgos eléctricos de maniobras en el interior del gabinete de control (derecha).

Fuente: Autor.



Fig. 7. Rotulación de maniobras y señalización de operación en gabinete de control.

Fuente: Autor.



Fig. 8. Rotulación y señalización de riesgos en plataforma de Giro del SOMTA.
Fuente: Autor.



1.2.8. Manual de Operación del SOMTA

Revísese Anexo 4

1.2.9. Estado actual del conocimiento sobre el tema

1.2.9.1. Tecnologías para la captación de medidas antropométricas

Los datos antropométricos (medidas antropométricas) se pueden adquirir en diferentes formatos.

Entre los cuales se tiene:

Nariño en el artículo Antropometría, análisis comparativo de las tecnologías para la captación de las dimensiones antropométricas (2016):

Unidimensionales (1D)

Permiten establecer dimensiones y tamaño del cuerpo humano, mas no la forma. Estos datos lo conforman estaturas, longitudes y perímetros de segmentos corporales.

Históricamente, la antropometría se ha desarrollado de forma unidimensional y ha sido registrada de forma manual utilizando una serie de instrumentos como pueden ser cintas métricas, calibres y tallímetros en función de las dimensiones a medir.

Normalmente la lectura de estos instrumentos se hace sobre una escala que llevan grabada a lo largo de la pieza fija, aunque algunos ya incluyen una pantalla de cristal líquido que permite la lectura digital.

En principio, la medida directa es la que proporciona los valores más precisos de las dimensiones consideradas.

Ventajas:

El equipo es ligero, preciso y fácil de transportar y de manejar.

Costo razonable de los equipos.

Permite medir todas las dimensiones antropométricas.

Desventajas:

El desgaste y calibración del equipo de medición.

Requiere de personal entrenado para realizar las mediciones.

Las medidas se toman de una en una por cada uno de los sujetos.

El tiempo de medición, registro y procesamiento de la información es extenso.

Errores del observador en la toma de datos, postura del sujeto y uso del equipo de medición.

Estos errores pueden acentuarse cuando existen múltiples operarios, aunque estos estén capacitados, tengan experiencia y trabajen en cooperación.

Fig. 9. Medición antropométrica 1D manual.

Fuente: Práctica Medición Antropométrica. Universidad autónoma del Estado de Hidalgo (izquierda). Efdeportes (derecha)



Querol. Desarrollo de un sistema de captura de siluetas en Android (2014):

Bidimensionales (2D)

Conformado por siluetas o secciones corporales. Consiste en contornos formados por curvas o puntos (x, y).

Consiste en el registro y análisis de contornos y secciones corporales. Los datos antropométricos en 2D suelen proceder de imágenes de las cuales se obtiene la silueta o contorno o de modelos 3D sobre el cual se obtiene secciones para simplificar el análisis posterior.

La antropometría 2D requiere un proceso y análisis más complejo que incluye los siguientes pasos:

Alineado de las secciones 2D: El procedimiento de alineación puede basarse en puntos anatómicos que se superponen arrastrando la posición de la sección en 2D o puede basarse en ejes y planos definidos por puntos anatómicos concretos o por la propia forma de la sección como los ejes principales de inercia.

Análisis 2D: Discretiza las curvas en puntos homólogos y analiza la variabilidad de las coordenadas x e y de estos puntos mediante análisis de componentes principales (PCA).

Una de sus principales dificultades consiste en establecer el criterio de alineado. Ya que la variabilidad de la forma de las secciones de un grupo de sujetos depende del criterio de superposición. Además, el criterio de alineación puede definirse para alinear formas corporales entre sí que permita analizar la variabilidad de la población o puede establecerse respecto al producto a diseñar, con lo que la variabilidad de las formas corporales, serán relativas a la forma de llevar el producto.

Fig. 10. Registro del contorno de la huella plantar.
Fuente: Podocen: Podoscopio para exploración de huella plantar



Tridimensionales (3D)

Surgió con la idea de reducir el tiempo de trabajo por sujeto de prueba, ya que el escaneado se reduce a pocos segundos y el software de procesamiento y transmisión de datos puede proporcionar las dimensiones antropométricas de forma automática, pudiendo obtenerse datos en cualquier momento que sean necesarios.

Conformado por nubes de puntos con coordenadas (x, y, z) que representan la superficie externa del cuerpo humano.

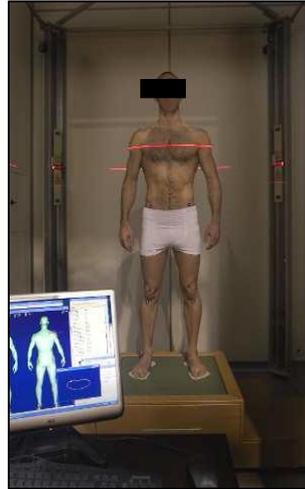
El escaneado 3D del cuerpo humano conformado por nubes de puntos suele contener entre 20.000 y 300.000 puntos.

Un escáner 3D está formado por varias cámaras que reúnen información sobre la geometría del sujeto de estudio. Se crea una nube de puntos (cientos de miles) a la cual es aplicada el software de reconstrucción y rellenado de agujeros, que varía en función del escáner, para poder obtener la imagen en 3D de una persona. Una vez obtenida esta imagen del sujeto se pueden extraer las medidas antropométricas que sean necesarias.

Al comparar las medidas 1D obtenidas del modelo 3D con las medidas 1D obtenidas de forma manual del mismo sujeto, se observan importantes diferencias. Lo cual conlleva a considerar las medidas 1D obtenidas mediante escáneres 3D como una categoría separada de las medidas antropométricas tradicionales.

Otro problema que tienen los escáneres 3D es que presentan zonas de oclusión o de sombra en la zona de las axilas o la entrepierna.

Fig. 11. Sesión de escaneo 3D.
Fuente: Cvida.



La adquisición, el tratamiento y análisis de los datos aumenta considerablemente en complejidad desde los datos 1D a los datos 3D (Vicente, 2015)

1.2.9.2. Equipos de medición indirecta:

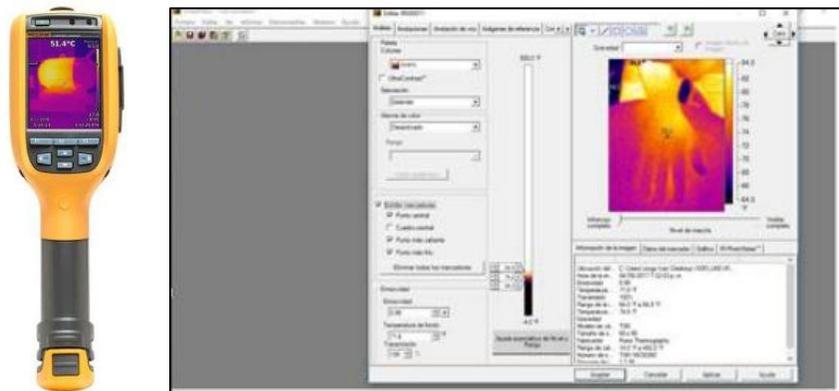
Arellano (2009) y Vicente (2015) en el artículo Antropometría, análisis comparativo de las tecnologías para la captación de las dimensiones antropométricas (2016):

Equipo de termografía infrarroja

Consiste en una cámara detectora de imágenes termográficas (temperatura de un objeto o individuo) dentro de las bandas de longitud de onda de 8 a 12 μm . La cámara opera según el principio de escaneo del objeto a medir, el cual se muestrea mediante un escáner reflectante bidimensional.

El escáner horizontal realiza la detección en líneas de 300 píxeles cada una, con una frecuencia de muestreo de 135 Hz (a la derecha y a la izquierda) y opera como oscilador resonante movido por un motor de corriente continua. El escáner vertical configura la imagen completa a partir de las diversas líneas.

Fig. 12. Cámara termográfica Fluke TI 90 (izquierda). Software de cámara termográfica fluke TI 90 (derecha).
Fuente: Fluke



SYMCAD

No utiliza láser ni otro tipo de radiaciones nocivas. El dispositivo de captura de datos es fijo (no hay piezas en movimiento) dando resultados seguros y de fácil mantenimiento. Su tecnología patentada de adquisición en 3D se basa en la técnica de proyección de franjas con luz natural.

Extrae las medidas delimitadas por marcadores dispuestos sobre puntos anatómicos, las cuales detecta e identifica automáticamente y calcula las medidas antropométricas adecuadas según las normas ISO-7250 e ISO 8559 o específicas.

Fig. 13. Cabina de SYMCAD III.
Fuente: Telmat Industrie



Body Scanner

Está compuesto por cuatro columnas, cada una de las cuales incluye dos cámaras CCD y un láser de categoría 1 inocuo para la vista. Las unidades se fijan en el suelo.

Solo son necesarios 8 segundos para explorar la totalidad del cuerpo humano. Para ello, el cliente debe desvestirse y permanecer de pie en una postura natural

El sistema detecta la superficie del cuerpo humano y reproduce en el computador una representación tridimensional

Fig. 14. Body Scanner.
Fuente: clonescan3d



Ventajas y desventajas de los equipos de medición indirecta

Tabla 2. Ventajas y desventajas de la medición indirecta por medio del Equipo de termografía infrarroja, SYMCAD y Body Scanner.

Fuente: Nariño Lescay

<i>Equipo de termografía infrarroja. SYMCAD. Body Scanner</i>	
Ventajas	Desventajas
Solo son necesarios muy pocos segundos para explorar la totalidad del cuerpo humano.	Las personas deben trasladarse hacia el lugar donde esté instalada la cabina.
Permite realizar un gran número de mediciones en corto tiempo.	Necesidad de capacitar personal para la utilización del mismo.
	Equipos costosos

Nariño en el artículo Antropometría, análisis comparativo de las tecnologías para la captación de las dimensiones antropométricas (2016):

Medición con una fotografía

Tampoco requiere del contacto físico con la persona a medir, se basa principalmente en la geometría proyectiva, la cual establece un modelo matemático de una cámara fotográfica de la forma: $m = PM$. Donde m es la imagen del objeto, M es el objeto a medir y P , es la matriz de proyección.

Para realizar las mediciones es necesario tener un patrón de referencia. La geometría proyectiva es una alternativa en el diseño y desarrollo de software para realizar mediciones antropométricas de una forma muy simple a través de una cámara fotográfica.

La presencia física de la persona deja de ser necesaria para el proceso de toma de medidas, y puede realizarse en cualquier momento y lugar con solo enviar un fichero con las fotografías para ser procesadas.

Ventajas:

La presencia física de la persona deja de ser necesaria para el proceso de toma de medidas.

Puede realizarse en cualquier momento y lugar con solo enviar un fichero con las fotografías para ser procesadas.

Precisión y fidelidad de resultados.

Desventajas:

Es necesario contar con un marco de referencia para tomar la fotografía.

Es primordial una adecuada iluminación que permanezca constante durante todo el tiempo.

Kinect (medición con imágenes y movimiento)

Kinect, cuyo nombre originalmente fue “Proyecto Natal”. Dispositivo creado por Alex Kipman y desarrollado por Microsoft para su videoconsola Xbox 360 (Magros, 2012; Samaniego, 2012).

Con el uso de la cámara se puede controlar mediante movimientos del cuerpo, las acciones del jugador y los menús de juego.

El dispositivo Kinect dispone de dos cámaras, RGB y NIR, y una fuente de luz infrarroja que permite que la cámara NIR obtenga sus datos incluso en ausencia de luz.

Mientras que la cámara RGB se encarga de obtener la información de color de todo aquello situado en su campo de visión, la cámara infrarroja de corto alcance se encarga de obtener la información de profundidad. Las dos lentes exteriores corresponden con la información infrarroja mientras que la lente situada en medio corresponde con la cámara a color.

Es una herramienta interactiva que actualmente se está utilizando para adquirir datos antropométricos. Este sensor pertenece a la clase de dispositivos conocida como las cámaras de profundidad. Comparado a muchos sistemas de captura de movimiento tradicionales, el Kinect no requiere que con anterioridad sean marcados los puntos de referencia en las personas que serán medidas.

Este rasgo reduce tiempo de colección de datos substancialmente, pero también reduce la exactitud.

A pesar de ser una herramienta que aún está en desarrollo para la captación de datos antropométricos, se han realizados algunos estudios como los publicados por Velardo y Dugelay (2011); Lee et al. (2015) y Clarkson et al. (2014) donde se compara esta tecnología con el método tradicional.

Este método y tecnología es en el que se basa el escaneo por medio del SOMTA (Sistema óptico mecánico para toma de medidas antropométricas) objeto del estudio del presente documento.

Ventajas:

No requiere el marcado de los puntos de referencia en los usuarios.

Sensor económico.

Facilidad de preparación en diferentes ambientes.

Se conecta a un computador (CPU) sin necesidad de terminales y comunicación especiales.

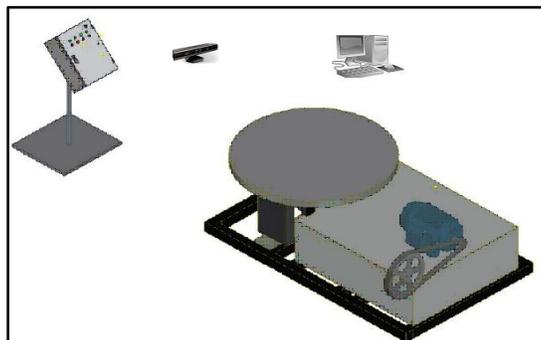
Desventajas:

El usuario debe realizar una serie de tareas que son comandas por el realizador del estudio.

El computador (CPU) al que se conecte debe contar con un driver específico para el uso del Kinect.

El software de Kinect no permite rastrear el cuerpo a ser medido usando más de un sensor al mismo tiempo.

Fig. 15. SOMTA.
Fuente: Autor



1.2.10. Software utilizado en el SOMTA

Skaneect:

Como establece el desarrollador del software en su página web:

Software que permite capturar un modelo 3D a todo color de un objeto como por ejemplo una persona o una habitación.

Permite utilizar diferentes equipos de captura de imágenes como: Structure Sensor, Structure Core, Microsoft Kinect o Asus Xtion como un escáner 3D de bajo costo capaz de crear mallas 3D a partir de escenas reales en unos pocos minutos, lo cual permite limitar el costo del hardware de los equipos de procesamiento (CPU).

Utilizando el software en un equipo con un hardware adecuado se puede adquirir información 3D densa sobre una escena de hasta 30 cuadros por segundo (fps).

Blender:

Como establece el desarrollador del software en su página web:

Paquete de creación 3D de código abierto y gratuito. Admite la totalidad de la canalización 3D: modelado, aparejo, animación, simulación, renderización, composición y seguimiento de movimiento, incluso edición de video y creación de juegos.

1.2.11. Adopción de una perspectiva teórica

Antecedentes

La investigación en el área de medición y evaluación de factores humanos en el país es de gran importancia ya que hasta la actualidad estas mediciones no se han realizado en la población ecuatoriana y por ende no se cuenta con tablas antropométricas en la población ecuatoriana.

Las diferentes mediciones antropométricas al ser realizadas de forma manual toman una gran cantidad de tiempo y presentan cierto grado de incomodidad tanto para la persona que realiza la medición, el anotador y la persona de prueba.

En la versión anterior se implementó el SOMTA con un sistema mecánico que consistía en hacer rotar a la persona mediante un sistema de manivela y transmisión de movimiento por cadenas accionado manualmente. Lo cual no brinda resultados óptimos ya que la velocidad de giro no es constante ni uniforme y depende directamente de la persona que acciona la palanca de giro manual.

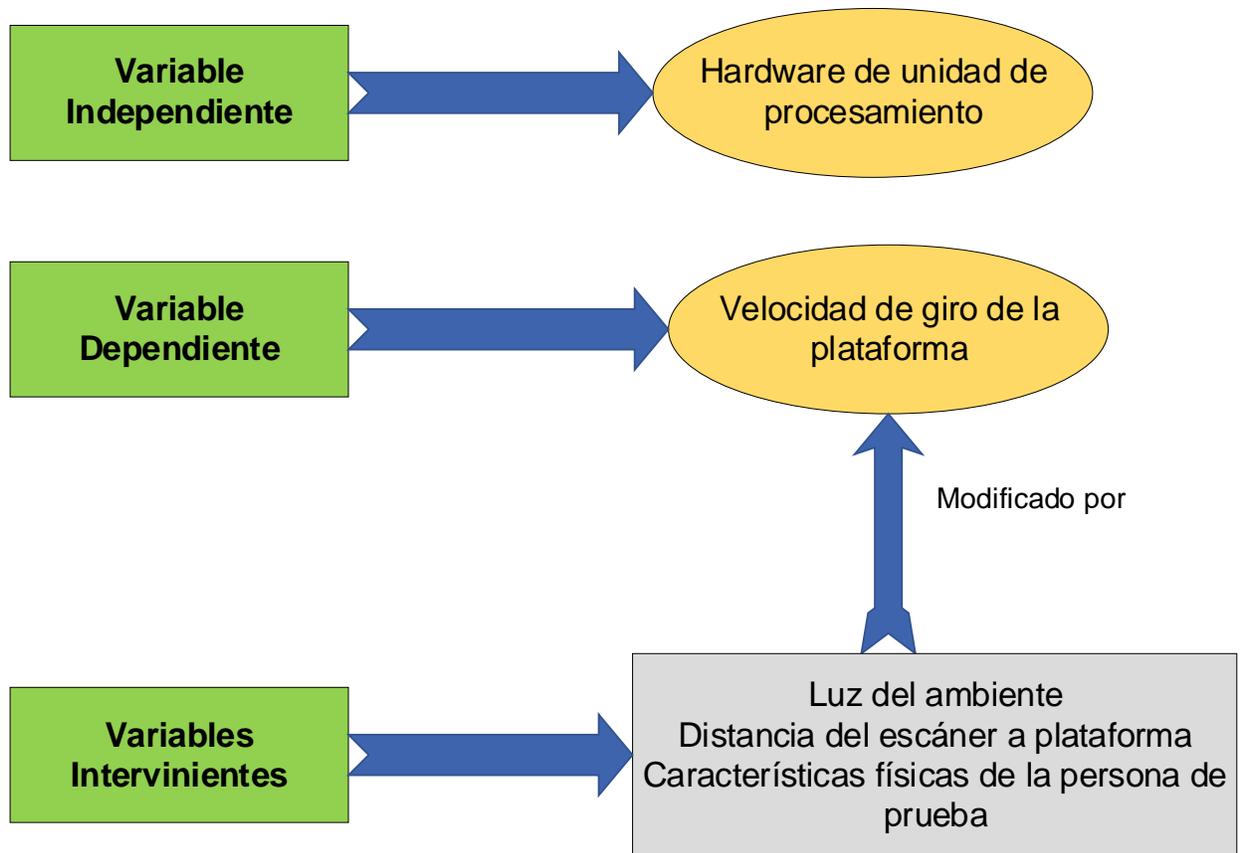
En vías de mejorar el SOMTA se desarrolla una nueva plataforma la cual permite realizar el giro de la persona de prueba mediante un impulso electro-mecánico, controlado a diferentes velocidades.

Facilitando de esta manera la toma de datos por medio del escáner y su posterior transmisión de datos al software y equipos de análisis.

1.2.12. Hipótesis

La evaluación de las velocidades óptimas de giro del cuerpo humano para el escaneo en el SOMTA resolvería la inestabilidad de las velocidades óptimas de giro del sistema acorde a las características del hardware con el que cuenta el SOMTA, esto junto con el manual que se realizará, facilitará el escaneo y, por tanto, la toma de medidas antropométricas y al desarrollo de futuros estudios con este sistema.

1.2.13. Identificación y caracterización de variables



CAPÍTULO II. MÉTODO

2.1. Nivel de estudio

Exploratorio

Mediante la realización de varias pruebas de funcionamiento del SOMTA (investigación de campo) se determinó la configuración óptima para su funcionamiento con un equipo de procesamiento básico.

2.2. Modalidad de investigación

De campo

La investigación, toma de datos y realización de pruebas dadas las características del SOMTA fueron realizados en el lugar donde se encuentra instalado el sistema. Para posteriormente obtener la configuración óptima para el funcionamiento adecuado del SOMTA.

Proyecto Especial

Los resultados encontrados posterior a la realización de las pruebas del SOMTA permitirán establecer una configuración óptima para un adecuado funcionamiento del sistema en un equipo de procesamiento básico. Obteniendo de esta manera el desarrollo de un sistema que permita tomar las mediciones antropométricas de la persona de prueba de forma indirecta y rápida.

2.3. Método

Hipotético-Deductivo

Se determinó la velocidad y configuración óptima del SOMTA para una correcta toma de medidas antropométricas de forma indirecta de la persona de prueba.

2.4. Selección de instrumentos de investigación

Experimentación

Mediante la realización de diferentes pruebas de funcionamiento del SOMTA con varias configuraciones se evaluó el funcionamiento de este con diferentes equipos de procesamiento. Hasta poder encontrar la configuración óptima en tiempo y costo para el funcionamiento del SOMTA en un equipo de procesamiento básico.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Presentación y análisis de resultados

Para la adecuada ubicación, conexión y operación del SOMTA se ha desarrollado un manual de operación el cual puede ser revisado en el ANEXO 4.

Como se estableció en la fase de pruebas el SOMTA trabaja con tres velocidades las cuales se pueden apreciar en la tabla N° 1.

3.1.1. Pruebas de velocidad óptima con diferentes equipos de procesamiento

De acuerdo a los 4 equipos de procesamiento se plantearon 3 velocidades. La velocidad no es muy lenta por la persona ni muy rápido porque se demanda hardware más especializado. En base a esto la velocidad óptima será aquella que permita tomar los datos adecuadamente en el menor tiempo posible.

Un estudio de mediciones antropométricas se debe realizar en 2 posiciones de la persona de prueba. En bipedestación (de pie) y en sedestación (sentado).

El escáner Kinect se encuentra a una distancia de 2.20 m de la plataforma de giro y el gabinete de control se encuentra a una distancia de 3 m fuera del alcance del Kinect.

3.1.1.1. Prueba 1

Tabla 3. Características de CPU con el mayor hardware disponible para las pruebas (CPU “A”).
Fuente: Autor

Características de CPU “A” (Unidad central de procesamiento)	
Procesador	Core i5 8va generación 2.8 GHZ
Frecuencia básica del procesador	2.8 GHZ
Cantidad de núcleos	6
Memoria RAM	8.00 GB
Tipo de sistema	Sistema operativo de 64 bits
Tarjeta de video	No dispone

Tabla 4. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de bipedestación con el CPU “A”.
Fuente: Autor

Posición: Bipedestación			
Velocidad Alta		Velocidad Baja	
fps	26 pico	fps	27 pico
vértices	999972	vértices	999812
caras	2000000	caras	2000000
Observaciones: La persona a ser medida presenta sensación de mareo durante el giro de la plataforma. El rango de fps, vértices y caras es suficiente para una adecuada representación gráfica de la persona escaneada		Observaciones: La persona a ser medida no presenta síntomas provocados por el giro de la plataforma. En comparación a la velocidad alta, en esta se toma más tiempo para la medición, pero se obtienen más fps. El rango de fps, Vértices y caras es suficiente para una adecuada representación gráfica de la persona escaneada.	

Fig. 16. Persona en posición de bipedestación para prueba con CPU "A".
Fuente: Autor



Fig. 17. Escaneo de persona en Velocidad alta en posición de bipedestación. Prueba N° 1.
Fuente: Autor



Fig. 18. Escaneo de persona en Velocidad baja en posición de bipedestación. Prueba N° 1.
Fuente: Autor



Fig. 19. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad alta en posición de bipedestación en Prueba N° 1.

Fuente: Autor



Fig. 20. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad baja en posición de bipedestación en Prueba N° 1.

Fuente: Autor



Tabla 5. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de sedestación con el CPU “A”.

Fuente: Autor

Posición: Sedestación			
Velocidad Alta		Velocidad Baja	
fps	25 pico	fps	25 pico
vértices	422310	vértices	1000010
caras	844576	caras	2000000
Observaciones: La persona a ser medida no presenta síntomas provocados por el giro de la plataforma. El rango de fps, vértices y caras es suficiente para una adecuada representación gráfica de la persona escaneada		Observaciones: La persona a ser medida no presenta síntomas provocados por el giro de la plataforma. El rango de fps, Vértices y caras es mayor a comparación con el escaneo en velocidad alta.	

Fig. 21. Persona en posición de sedestación para prueba con CPU “A”.

Fuente: Autor



Fig. 22. Escaneo de persona en Velocidad alta en posición de sedestación. Prueba N° 1
Fuente: Autor.

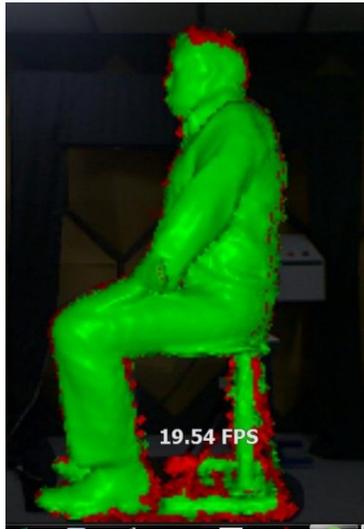


Fig. 23. Escaneo de persona en Velocidad baja en posición de sedestación. Prueba N° 1.
Fuente: Autor

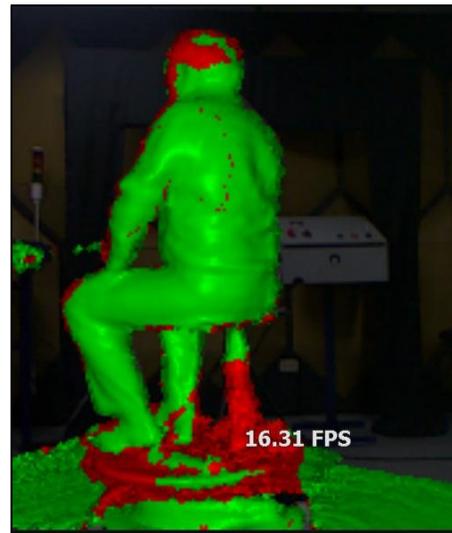


Fig. 24. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad alta en posición de sedestación en Prueba N° 1
Fuente: Autor

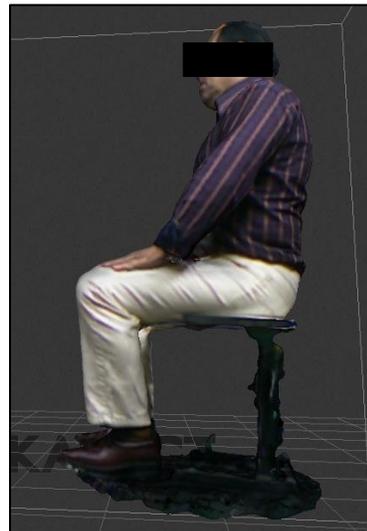


Fig. 25. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad baja en posición de sedestación en Prueba N° 1.
Fuente: Autor



3.1.1.2. Prueba 2

Tabla 6. Características de CPU que forma parte del SOMTA (CPU “B”).
Fuente: Autor

Características de CPU (Unidad central de procesamiento)	
Procesador	Core i7 4ta generación 3.40 GHZ
Frecuencia básica del procesador	3.40 GHZ
Cantidad de núcleos	8
Memoria RAM	16.00 GB
Tipo de sistema	Sistema operativo de 64 bits
Tarjeta de video	Si

Tabla 7. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de bipedestación con el CPU “B”.

Fuente: Autor

Posición: Bipedestación			
Velocidad Alta		Velocidad Baja	
fps	19 pico	fps	19 pico
vértices	1000012	vértices	1008006
caras	2000000	caras	2000000
<p>Observaciones: La persona a ser medida no presenta síntomas provocados por el giro de la plataforma. El rango de fps, vértices y caras es suficiente para una adecuada representación gráfica de la persona escaneada</p>		<p>Observaciones: La persona a ser medida no presenta síntomas provocados por el giro de la plataforma. En comparación a la velocidad alta, en esta se toma más tiempo para la medición, se mantiene la misma cantidad de fps, pero se obtienen más vértices para la reconstrucción de la imagen en 3D. El rango de fps, Vértices y caras es suficiente para una adecuada representación gráfica de la persona escaneada</p>	

Fig. 26. Persona en posición de bipedestación para prueba con CPU “B”.

Fuente: Autor



Fig. 27. Escaneo de persona en Velocidad alta en posición de bipedestación. Prueba N° 2.
Fuente: Autor

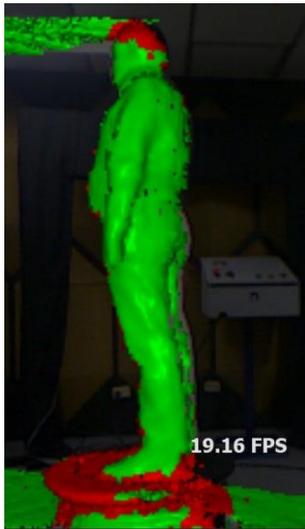


Fig. 28. Escaneo de persona en Velocidad baja en posición de bipedestación. Prueba N° 2.
Fuente: Autor



Fig. 29. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad alta en posición de bipedestación en Prueba N° 2.
Fuente: Autor



Fig. 30. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad baja en posición de bipedestación en Prueba N° 2.
Fuente: Autor.



Tabla 8. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de sedestación con el CPU “B”.

Fuente: Autor

Posición: Sedestación			
Velocidad Alta		Velocidad Baja	
fps	19 pico	fps	20 pico
vértices	1000014	vértices	1005928
caras	2000000	caras	2000001
<p>Observaciones: La persona a ser medida no presenta síntomas provocados por el giro de la plataforma. El rango de fps, Vértices y caras es suficiente para una adecuada representación gráfica de la persona escaneada</p>		<p>Observaciones: La persona a ser medida no presenta síntomas provocados por el giro de la plataforma. El tiempo para el escaneo es mayor al de la validad alta. Sin embargo, el rango de fps, vértices y caras es mayor.</p>	

Fig. 31. Persona en posición de sedestación para prueba con CPU "B".
Fuente: Autor



Fig. 32. Escaneo de persona en Velocidad alta en posición de sedestación. Prueba N° 2.
Fuente: Autor

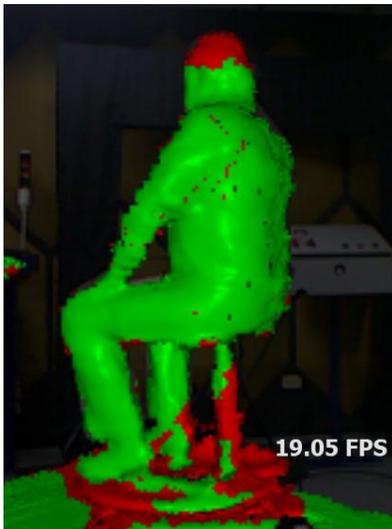


Fig. 33. Escaneo de persona en Velocidad baja en posición de sedestación. Prueba N° 2.
Fuente: Autor

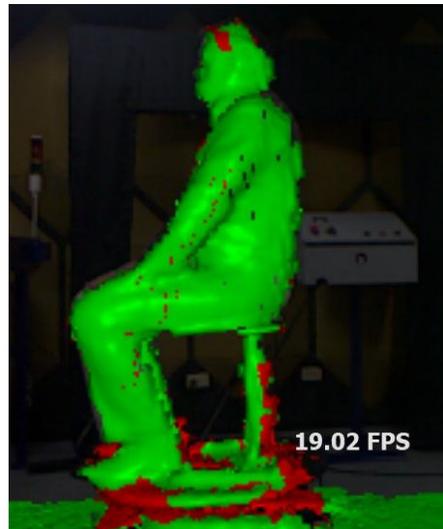


Fig. 34. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad alta en posición de sedestación en Prueba N° 2.
Fuente: Autor



Fig. 35. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad baja en posición de sedestación en Prueba N° 2.
Fuente: Autor



3.1.1.3. Prueba 3

Tabla 9. Características de CPU de gama media disponible para la prueba. (CPU “C”).
Fuente: Autor

Características de CPU (Unidad central de procesamiento)	
Procesador	Core i5 7200 (séptima generación) 2.5GHZ
Frecuencia básica del procesador	2.8 GHZ
Cantidad de núcleos	2
Memoria RAM	12 GB
Tipo de sistema	Sistema operativo de 64 bits
Tarjeta de video	Si

Tabla 10. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de bipedestación con el CPU “C”.

Fuente: Autor

Posición: Bipedestación					
Velocidad Alta		Velocidad Media		Velocidad Baja	
fps	No genera datos	fps	29 pico	fps	30 pico
vértices	No genera datos	vértices	999940	vértices	999958
caras	No genera datos	caras	2000000	caras	2000000
<p>Observaciones: El hardware del equipo no permite la toma de datos en este modo de operación del SOMTA. En vías de mantener la opción de dos velocidades de escaneo. Se habilitará la velocidad media del SOMTA.</p>		<p>Observaciones: La persona a ser medida no presenta síntomas provocados por el giro de la plataforma. El rango de fps, vértices y caras es suficiente para una Adecuada representación gráfica de la persona escaneada</p>		<p>Observaciones: La persona a ser medida no presenta síntomas provocados por el giro de la plataforma. En comparación a la velocidad media, en esta se toma más tiempo para la medición, pero se obtienen más fps. El rango de fps, Vértices y caras es suficiente para una adecuada representación gráfica de la persona escaneada.</p>	

Fig. 36. Persona en posición de bipedestación para prueba con CPU “C”.

Fuente: Autor



Fig. 37. Escaneo de persona en Velocidad media en posición de bipedestación. Prueba N° 3.

Fuente: Autor

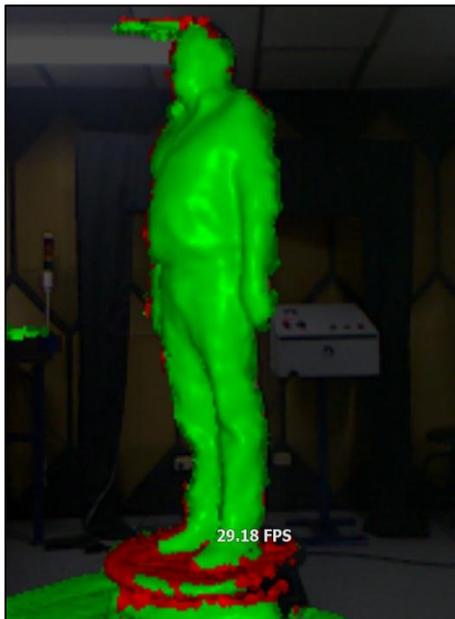


Fig. 38. Escaneo de persona en Velocidad baja en posición de bipedestación. Prueba N° 3.

Fuente: Autor

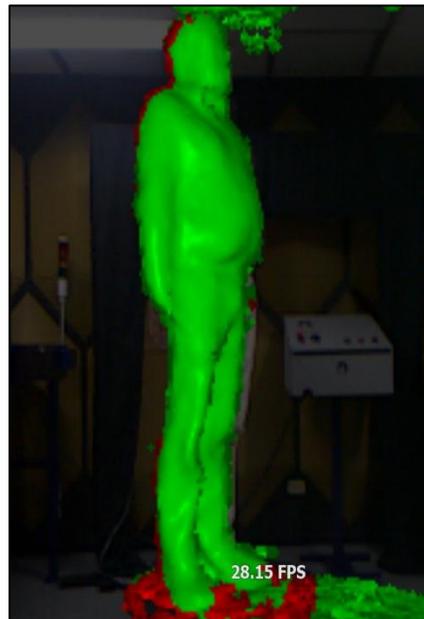


Fig. 39. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad media en posición de bipedestación en Prueba N° 3.

Fuente: Autor



Fig. 40. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad baja en posición de bipedestación en Prueba N° 3

Fuente: Autor.



Tabla 11. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de sedestación con el CPU “C”.
Fuente: Autor

Posición: Sedestación					
Velocidad Alta		Velocidad Media		Velocidad Baja	
fps	25 pico	Fps	28 pico	fps	27.5 pico
vértices	999958	vértices	999992	vértices	999996
caras	2000000	caras	2000000	caras	2000000
<p>Observaciones: La persona a ser medida no presenta síntomas provocados por el giro de la plataforma. El rango de fps, vértices y caras es suficiente para una adecuada representación gráfica de la persona escaneada.</p>		<p>Observaciones: La persona a ser medida no presenta síntomas provocados por el giro de la plataforma. El tiempo para el escaneo es mayor al de la velocidad alta. Sin embargo, el rango de fps, vértices y caras es mayor.</p>		<p>Observaciones: La persona a ser medida no presenta síntomas provocados por el giro de la plataforma. En comparación a la velocidad media, en esta se toma más tiempo para la medición, sin embargo, el rango de fps baja debido a las limitaciones que presenta el CPU “C” para la toma de datos a causa del hardware. El rango de fps, vértices y caras es suficiente para una adecuada representación gráfica de la persona escaneada.</p>	

Fig. 41. Persona en posición de sedestación para prueba con CPU “C”.
Fuente: Autor



Fig. 42. Escaneo de persona en Velocidad alta en posición de sedestación. Prueba N° 3
Fuente: Autor

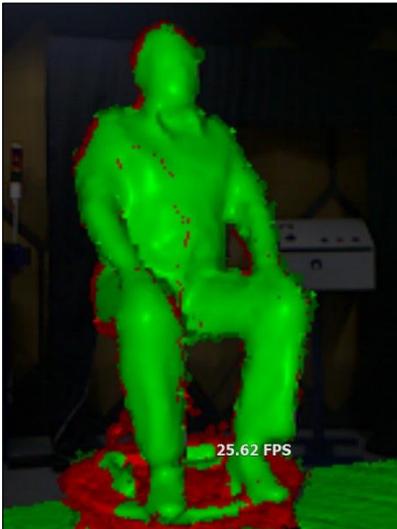


Fig. 43. Escaneo de persona en Velocidad media en posición de sedestación. Prueba N° 3.
Fuente: Autor

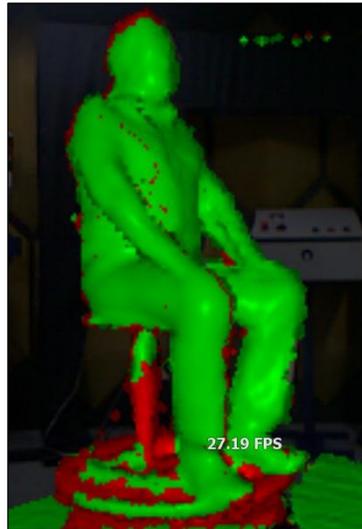


Fig. 44. Escaneo de persona en Velocidad baja en posición de sedestación. Prueba N° 3.
Fuente: Autor

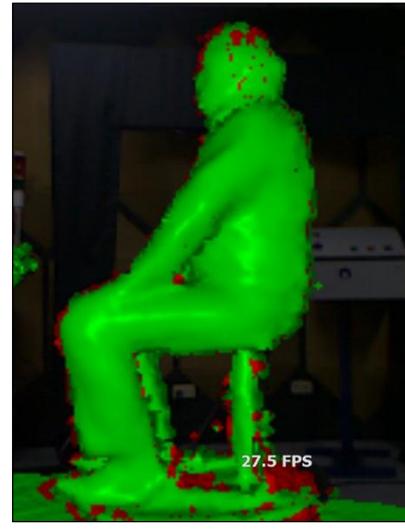


Fig. 45. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad alta en posición de sedestación en Prueba N° 3.

Fuente: Autor



Fig. 46. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad media en posición de sedestación en Prueba N° 3.

Fuente: Autor



Fig. 47. Reconstrucción 3D del escaneo de la persona en velocidad baja en posición de sedestación en Prueba N° 3.

Fuente: Autor



3.1.1.4. Prueba 4

Tabla 12. Características de CPU de gama baja disponible para la prueba. (CPU “D”).

Fuente: Autor

Características de CPU (Unidad central de procesamiento)	
Procesador	Celeron N3060 1.60 GHZ
Frecuencia básica del procesador	1.60 GHZ
Cantidad de núcleos	2
Memoria RAM	4.00 GB
Tipo de sistema	Sistema operativo de 64 bits
Tarjeta de video	No dispone

Tabla 13. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de bipedestación con el CPU “D”.

Fuente: Autor

Posición: Bipedestación					
Velocidad Alta		Velocidad Media		Velocidad Baja	
fps	No genera datos	fps	No genera datos	fps	No genera datos
vértices	No genera datos	vértices	No genera datos	vértices	No genera datos
caras	No genera datos	caras	No genera datos	caras	No genera datos
Observaciones: El hardware del equipo no permite la toma de datos en este modo de operación del SOMTA.		Observaciones: El hardware del equipo no permite la toma de datos en este modo de operación del SOMTA.		Observaciones: El hardware del equipo no permite la toma de datos en este modo de operación del SOMTA.	

Tabla 14. Datos y observaciones obtenidos de la prueba de medición del SOMTA en posición de sedestación con el CPU “D”.

Fuente: Autor

Posición: Sedestación					
Velocidad Alta		Velocidad Media		Velocidad Baja	
fps	No genera datos	fps	No genera datos	fps	No genera datos
vértices	No genera datos	vértices	No genera datos	vértices	No genera datos
caras	No genera datos	caras	No genera datos	caras	No genera datos
Observaciones: El hardware del equipo no permite la toma de datos en este modo de operación del SOMTA.		Observaciones: El hardware del equipo no permite la toma de datos en este modo de operación del SOMTA.		Observaciones: El hardware del equipo no permite la toma de datos en este modo de operación del SOMTA.	

3.2. Aplicación Práctica

3.2.1. Equipos para medición antropométrica indirecta utilizando el SOMTA

En base a los resultados obtenidos se puede observar que el SOMTA opera adecuadamente con la utilización de 2 tipos de unidades de procesamiento (CPU “A” o CPU “B”). Razón por la cual se detalla a continuación el costo-beneficio que representa la utilización de cada una de estas 2 opciones.

3.2.1.1. Opción 1

Representa a la unidad de procesamiento (CPU) “A”. La cual es el equipo que cuenta con el hardware más avanzado para la realización de las pruebas y que presentó los mejores resultados al momento de la toma de datos de medición con el SOMTA. Las características del mismo pueden ser apreciados en la Tabla 3. El costo que presenta este equipo se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 15. Desglose de costos de Unidad de procesamiento “A”.
Fuente: Autor

Artículo	Cantidad	Precio U.	Precio Total
Procesador Intel Core IU-8400	1	\$ 231,58	\$ 231,58
MBO Gigabyte Z370 Aorus Gaming 3 8va	1	\$ 240,00	\$ 240,00
DIMM Mushkin 4GB PC-2400 DDR4	2	\$ 54,74	\$ 109,48
Fuente de poder Game-Max 800 W 24 P	1	\$ 72,63	\$ 72,63
Case Q-One LGX-5901. Incluye mouse óptico, teclado, parlantes	1	\$ 33,00	\$ 33,00
DISCO DURO 1 TB 7200RPM	1	\$ 110,88	\$ 110,88
Armado y programación de CPU	1	\$ 20,00	\$ 20,00
MONITOR SAMSUNG 18.5Inc. LED	1	\$ 83,16	\$ 83,16
		Subtotal	\$ 900,73
		IVA 12%	\$ 108,09
		TOTAL	\$ 1.008,82

Lo cual adicionando el valor de armado, programación y funcionamiento de la plataforma y control del SOMTA Revítese ANEXO 5. El costo total consiste en el siguiente:

Tabla 16. Costo total de la Unidad de procesamiento “A” para el SOMTA.
Fuente: Autor

Artículo	Cantidad	Costo
CPU	1	\$ 1.064,82
Plataforma	1	\$ 4.365,79
Total		\$ 5.430,61

3.2.1.2. Opción 2

Representa a la unidad de procesamiento (CPU) “B”. Este equipo es el que actualmente forma parte del SOMTA, el mismo que permitió encontrar resultados aceptables al momento de la toma de los datos de medición. Las características del mismo pueden ser apreciados en la Tabla 6. El costo que presenta este equipo se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 17. Desglose de costos de Unidad de procesamiento “B”.
Fuente: Autor

Artículo	Cantidad	Precio U.	Precio Total
Procesador Intel Core I7-4770	1	\$ 160,00	\$ 160,00
Mainboard H81m 4ta Gen. 1150 Biostar	1	\$ 73,00	\$ 73,00
Ddr3 8gb 1600mhz Kingston Pc3-12800	2	\$ 80,00	\$ 160,00
Fuente De Poder Pc Altek 750w Normal, Slim Ide Sata	1	\$ 11,00	\$ 11,00
Case Pc Atx Micro. Incluye mouse óptico, teclado, parlantes	1	\$ 16,00	\$ 16,00
DISCO DURO 1 TB 7200RPM	1	\$ 110,88	\$ 110,88
Armado y programación de CPU	1	\$ 20,00	\$ 20,00
MONITOR SAMSUNG 18.5Inc. LED	1	\$ 83,16	\$ 83,16
Sensor Kinect	1	\$ 50,00	\$ 50,00
		Subtotal	\$ 684,04
		IVA 12%	\$ 82,08
		TOTAL	\$ 766,12

Lo cual adicionando el valor de armado, programación y funcionamiento de la plataforma y control del SOMTA. Revísese ANEXO 5. El costo total consiste en el siguiente:

Tabla 18. Costo total de la Unidad de procesamiento “B” para el SOMTA.

Fuente: Autor

Artículo	Cantidad	Costo
CPU	1	\$ 766,12
Plataforma	1	\$ 4.365,79
Total		\$ 5.131,92

3.2.2. Tabla de comparación y análisis de la viabilidad de la implementación de los diferentes métodos para la toma indirecta de medidas antropométricas.

Tabla 19. Análisis de la viabilidad de la implementación de los diferentes métodos para la toma indirecta de medidas antropométricas.

Fuente: Autor

MÉTODO DE MEDICIÓN	DIMENSIONES	TIEMPO	COSTO (\$)	PRECISIÓN	ACCESIBILIDAD	VIABILIDAD DE APLICACIÓN
Tradicional (manual) Instrumentos Manuales Método directo	Todas las dimensiones antropométricas	4 (Muy Alto)	2 (Medio)	3 (Alta)	1 (Baja)	0 (Nula)
		45 a 60 minutos por sujeto	-Personal (2) \$40 USD/H (técnico). -Instrumental \$1200 por técnico. -Individuo a medir \$25 USD/hombre. -Tablet \$3 USD/H. -Tratamiento estadístico (PC, Software y Estadística) \$1500 Global. -Total Aprox. \$60 USD/Individuo.	-Intervención de personal técnico competente. -Utilización de instrumental normado. -Adopción de posiciones correctas para la toma de medidas. -Error Inferior al 0,1% (dato recogido del proceso de medición tradicional).	-No existe gran cantidad de personal técnico competente. -Insuficientes instrumentos normados. -Limitada accesibilidad a proveedores de instrumentos. -Mantenimiento limitado y costoso por cada equipo.	-Poco interés de la población en invertir una hora en el proceso. -Excesivo e incómodo contacto físico con la persona que toma las medidas y tiempo excesivamente elevado. -No se tienen auspiciantes para un trabajo de este tipo, no existe conciencia en nuestra sociedad sobre esta necesidad. -Costos asociados Altos.
(Láseres) Termografía infrarroja SYMCAD BodyScanner	Es posible captar más de 200 dimensiones	1 (BAJO)	4 (MUY ALTO)	4 (Muy Alta)	1 (BAJA)	1 (Baja)
		8 a 10 segundos por sujeto	-Personal \$40 USD/H (técnico). -Instrumental \$35000 Global. -Individuo a medir \$5 USD/hombre. -Software especializado de fotogrametría digital \$8000 USD Global. -Tablet \$3 USD/H. -Tratamiento estadístico (PC, Software y Estadista) \$1500 Global.	-Intervención de personal técnico competente. -Modelos normados (tamaño del pixel e inmovilidad de las personas). -Adopción de posiciones correctas para la toma de medidas. -Error Inferior al 0,05% (dato calculado a partir de la resolución de las cámaras fotográficas)	-No existe facilidad para la importación de los equipos exonerados. -Equipo ubicado en punto fijo sin un posible traslado rápido y manual. -Traslado de personas que serán medidas hacia el lugar donde se encuentra instalado el equipo.	-Poco interés en las personas en invertir el tiempo necesario para desplazarse al sitio donde se encuentra instalado el equipo. -Costos asociados medios.

			-Total Aprox. \$20 USD/Individuo.	y el sistema de restitución.		
Medición con una fotografía	No es posible captar todas las dimensiones antropométricas (circunferencias y perímetros)	2 (Medio)	2 (Media)	3 (Alta)	2 (Media)	2 (MEDIA)
		1 a 2 minutos por sujeto	-Personal \$40 USD/H (técnico). -Instrumental \$90-\$1500 (depende de modelo y marca) por técnico. -Individuo a medir \$25 USD/hombre. -Tablet \$3 USD/H. -Tratamiento estadístico (PC, Software y Estadística) \$1500 Global. -Total Aprox. \$20 USD/Individuo.	-Intervención de personal técnico competente. -Cuenta con un marco de referencia para tomar la fotografía. -Adopción de posiciones correctas para la toma de medidas.	-No es necesaria la presencia de la persona a ser medida. -Debe contar con una adecuada iluminación constante durante todo el tiempo. -Para una adecuada toma de fotografías se debe contar con el marco de referencia. -Es necesario el traslado del personal técnico para asegurar una adecuada toma fotográfica.	-El lugar para tomar la fotografía debe cumplir varias características para ser factible. -Se necesita movilización del personal técnico. -Costos asociados medios.
Escáneres Comerciales	Todas las dimensiones antropométricas (depende de la programación del software)	2 (Medio)	4 (Muy Alto)	4 (Muy Alta)	1 (Baja)	0 (Nula)
		1 a 2 minutos por sujeto	-Personal \$40 USD/H (técnico) (debería ser mayor al necesitar técnicos especializados). -Instrumental \$80000 USD Global. -Individuo a medir \$5 USD/hombre. -Software especializado \$300 USD Global. -Tablet \$3 USD/H.	-Intervención de personal técnico competente. -Modelos normados (tamaño y cantidad de triángulos en los modelos digitales, inmovilidad de las personas). -Adopción de posiciones correctas para la toma de medidas. -Error Inferior al 0,05% (dato	-Dificultad para la compra. Si bien existe representación comercial, no existe respaldo técnico para los equipos. -Requiere técnicos especializados para su operación y mantenimiento. -Equipo ubicado en punto fijo sin un posible traslado rápido y manual. -Traslado de personas que serán medidas hacia el lugar donde se encuentra instalado el equipo.	-Incomodidad y poco interés en la población en invertir el tiempo necesario para desplazarse al sitio donde se encuentre instalado el equipo. -Para la implementación de este sistema no se cuenta con auspiciantes y existe una muy baja conciencia en la población sobre la necesidad de este sistema. -Costos asociados medios.

			-Tratamiento estadístico (PC, Software y Estadista) \$1500 Global. -Total Aprox. \$30 USD/Individuo.	obtenido en tablas técnicas de los equipos que se comercializan en mercado internacional).		
Kinect Imágenes 3D combinando Fotografía RGB y NIR	Todas las dimensiones antropométricas (depende de la programación del software)	2 (Medio)	3 (Alto)	3 (Alta)	4 (Muy Alta)	4 (Muy Alta)
		1 a 2 minutos por sujeto	-Personal \$40 USD/H (técnico). -Instrumental \$100 Global. -Individuo a medir \$5 USD/hombre. -Software especializado \$300 USD Global. -Tablet \$3 USD/H. -Tratamiento estadístico (PC, Software y Estadista) \$1500 Global. -Plataforma de giro a 360° \$ 2800. -Total Aprox. \$8 USD/Individuo.	-Intervención de personal técnico competente. -Modelos normados (tamaño y cantidad de triángulos en los modelos digitales, inmovilidad de las personas). -Adopción de posiciones correctas para la toma de medidas. -Error Inferior al 2% (doto obtenido en las pruebas de operación del equipo.	-Facilidad para compra y construcción de los equipos. -Facilidad para el acceso a software de bajo costo o libre en la red. -Equipo móvil (facilidad para su transporte). -Facilidad de instalación, operación y manejo del sistema.	-El interés de las personas para participar en el estudio es alto al ofrecerles a cambio el obtener el modelo digital 3D de sus cuerpos. -Con el equipo de adquisición de los modelos digitales de los cuerpos transportable se facilita el acceso a las personas ya que estas no necesitan movilizarse. -Costos asociados bajos.

Escala de Valoración: 0 Nulo, 1 Bajo, 2 Medio, 3 Alto, y 4 Muy Alto

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

4.1. Conclusiones

- De acuerdo a los 4 equipos de procesamiento se realizaron las pruebas con las 3 velocidades planteadas con la persona de prueba en posición de sedestación y bipedestación. Donde se encontró que el SOMTA no puede funcionar si se lo utiliza con un equipo de procesamiento (CPU) básica o de gama baja (CPU “D”).
- Posterior al análisis de costos del equipo de procesamiento que forma parte del SOMTA (CPU “B”) con el equipo de procesamiento de gama alta (CPU “A”) que se utilizaron en las pruebas, se ha encontrado que para economizar en presupuesto se puede utilizar el CPU “B” lo cual permitirá obtener resultados y tiempos aceptables, a costos moderados.
- El manual de operación del SOMTA permitirá que cualquier usuario proceda a trabajar con el sistema y pueda comprender el funcionamiento del mismo, utilizarlo luego de una corta inducción y capacitación en su utilización.
- El desarrollo y aplicación práctica del SOMTA permitirá que se pueda obtener los datos y tablas antropométricas de diferentes poblaciones de una manera sencilla, rápida, económica y estandarizada, siendo el punto más importante, el no ser invasivo al momento de tomar las medidas de las personas.

- La configuración del funcionamiento del SOMTA en lo que respecta a la velocidad dependerá directamente de la disponibilidad del tiempo de las personas a ser medidas.
- La luz al ser un factor externo que afecta directamente a la obtención de datos con el escáner, debe ser cuidadosamente implementada para que en lugar de interferir sea un apoyo que permita realizar la medición con mejor detalle. Por tal siempre será necesario realizar una prueba de obtención de datos de imagen con el escáner.
- El SOMTA al tomar solamente medidas antropométricas de forma indirecta no permite tomar medidas propias del cuerpo como por ejemplo la medición de espesor del pliegue cutáneo.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda para futuras versiones del SOMTA realizar mejoras en la plataforma de giro, ya que al aligerar la misma y con utilización de menos recursos su costo puede bajar, lo que incrementará su viabilización económica.
- Se recomienda utilizar el SOMTA en lugares donde no existan objetos que sea captados por el escáner y que puedan afectar a la toma de datos.
- Se recomienda solamente que personal capacitado y autorizado manipule y/o traslade al SOMTA. Ya que de esta manera se evitarán daños físicos que puedan comprometer el estado y funcionamiento del SOMTA.
- Se recomienda que la persona a ser medida permanezca inmóvil durante el giro de la plataforma para que la toma de datos no tenga modificaciones, y la reconstrucción en 3D pueda ser realizada adecuadamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Esperanza Valero Cabello. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. *ANTROPOMETRÍA*. España, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Ing. Martha Eugenia Ramírez Merino. (2011). *Puntos antropométricos. Esquema de puntos somáticos*.
- Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (I.N.E.F). (2006). *Tema 2. Las Medidas Antropométricas*. Madrid, España, UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID.
- Nariño R, A. A. (2016). *Antropometría. Análisis comparativo de las tecnologías para la captación de las dimensiones antropométricas*. Revista EIA. Volumen 13 Edición N.26 pp. 47-59. Cuba.
- Dinorah Arellano, Javier Yáñez Mendiola (2009). *Mediciones antropométricas sin contactos a partir de fotografías*. México. Ideas CONCYTEG.
- Miguel Ángel Vicente Querol (2014). *Proyecto Final de Carrera Desarrollo de un Sistema de Captura de Siluetas en Android*. Valencia-España. Universidad Politécnica De Valencia.
- Jorge Iván Vargas López (2017). *Propuesta Para la Prevención del Síndrome Túnel del Carpo Mediante la Aplicación de la Tecnología de Termografía Infrarroja*. Colombia. Universidad Católica de Colombia.
- Sebastián Villanueva-Bonilla, Loreto Saavedra Layera, Cristian Vergara Núñez. (2017). *Comparación de mediciones antropométricas directa y con sistema de imagen 3D, en adultos jóvenes*. Chile.

- Marino-Vera, H., Mendoza, L. E., & Gualdrón-Guerrero, O. E. (2017). *Medición automática de variables antropométricas para la evaluación de la respiración usando visión artificial*. Rev.investig. desarro. innov, 8(1), 161-169.
- Realmet Institute. *Antropómetro grande negro*. Recuperado de: <https://realmetinstitute.com/producto/antropometro-grande-negro/>
- Admin. (2018). *Como funciona un Calibre (Pie de Rey)*. Recuperado de: <https://como-funciona.co/un-calibre/>
- Vitamex Nutrición. (2019). *Cinta antropométrica metálica Lufkin*. Recuperado de: <http://www.vitamexdeoccidente.com/producto/cinta-antropometrica-metalica-lufkin/>
- Instituto de Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (2017). *Práctica Medición Antropométrica*. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=VEmMh9jnf6A>
- EFDeportes.com, Revista Digital. (2012). *La medición de la composición corporal mediante la antropometría versus bioimpedancia: sus aplicaciones en el deporte*. Recuperado de: <https://www.efdeportes.com/efd174/antropometria-versus-bioimpedancia-en-el-deporte.htm>
- Podocen. (2012). *Podoscopio para exploración de huella plantar*. Recuperado de: <https://11870.com/pro/podocen/media/3c260dd9>
- Cvida. *La aplicación de la ergonomía y la biomecánica a la indumentaria laboral se traduce de forma directa en mayor rendimiento y productividad*. Recuperado de: <http://www.cvida.com/es/component/content/article/7366-la-aplicacion-de-la->

ergonomia-y-la-biomecanica-a-la-indumentaria-laboral-se-traduce-de-forma-directa-en-mayor-rendimiento-y-productividad.html

- Fluke. *Fluke Ti90 Infrared Camera*. Recuperado de: <https://www.fluke.com/en-us/product/thermal-cameras/ti90>
- Telmat Industrie. *Commercialization of the 3D Body Scanner SYMCAD III*. Recuperado de: http://www.symcad.com/EXPORT/index_eng.htm
- clonescan3d (2015). *Clonescan3d*. Recuperado de: <https://clonescan3d.com/>
- Occipital (2019). *Skanect. 3D Scanning Fast, Easy and Low-Cost*. Recuperado de: <https://skanect.occipital.com/>
- Blender Foundation. *Blender about*. Recuperado de: <https://www.blender.org/about/>

ANEXOS

Anexo 1 – Glosario

Análisis de componentes principales (PCA): Busca la proyección según la cual los datos queden mejor representados en términos de mínimos cuadrados. Esta convierte un conjunto de observaciones de variables posiblemente correlacionadas en un conjunto de valores de variables sin correlación lineal llamadas componentes principales.

Bipedestación: En antropometría, posición de pie (parada) de la persona a ser medida.

Cara: Polígonos planos que limitan el poliedro, es decir, son las figuras geométricas (polígonos planos) que limitan al cuerpo geométrico.

Control Industrial: Término general que abarca varios tipos de sistemas de control e instrumentos asociados utilizados para el control de procesos industriales. Tales procesos pueden estar conformados por diferentes sistemas eléctricos, mecánicos, electrónicos, etc. Los cuales pueden ser controlados manualmente o automatizados por medio de diferentes equipos generalmente electrónicos o mecánicos.

Discretización: Proceso de transferir funciones continuas (valor fijo dentro de un intervalo determinado), modelos, variables y ecuaciones a contrapartes discretas (no acepta cualquier valor, únicamente aquellos que pertenecen al conjunto).

Fotogramas por segundo (FPS): Conocido como cuadros por segundo framerate. Es la velocidad o tasa a la cual un dispositivo muestra imágenes llamadas cuadros o fotogramas.

Hardware: Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una unidad de procesamiento (computador).

Nube de puntos: Conjunto de vértices en un sistema de coordenadas tridimensional. Son representaciones de la superficie externa de un objeto. Se crean habitualmente con un láser

escáner tridimensional. Este instrumento mide de forma automática un gran número de puntos en la superficie de un objeto, y generan un fichero de datos con una nube de puntos.

La nube de puntos representa el conjunto de puntos que ha medido el dispositivo.

Pixel: Menor unidad homogénea en color que forma parte de una imagen digital.

Sedestación: En antropometría, posición sentado sobre un asiento antropométrico de la persona a ser medida.

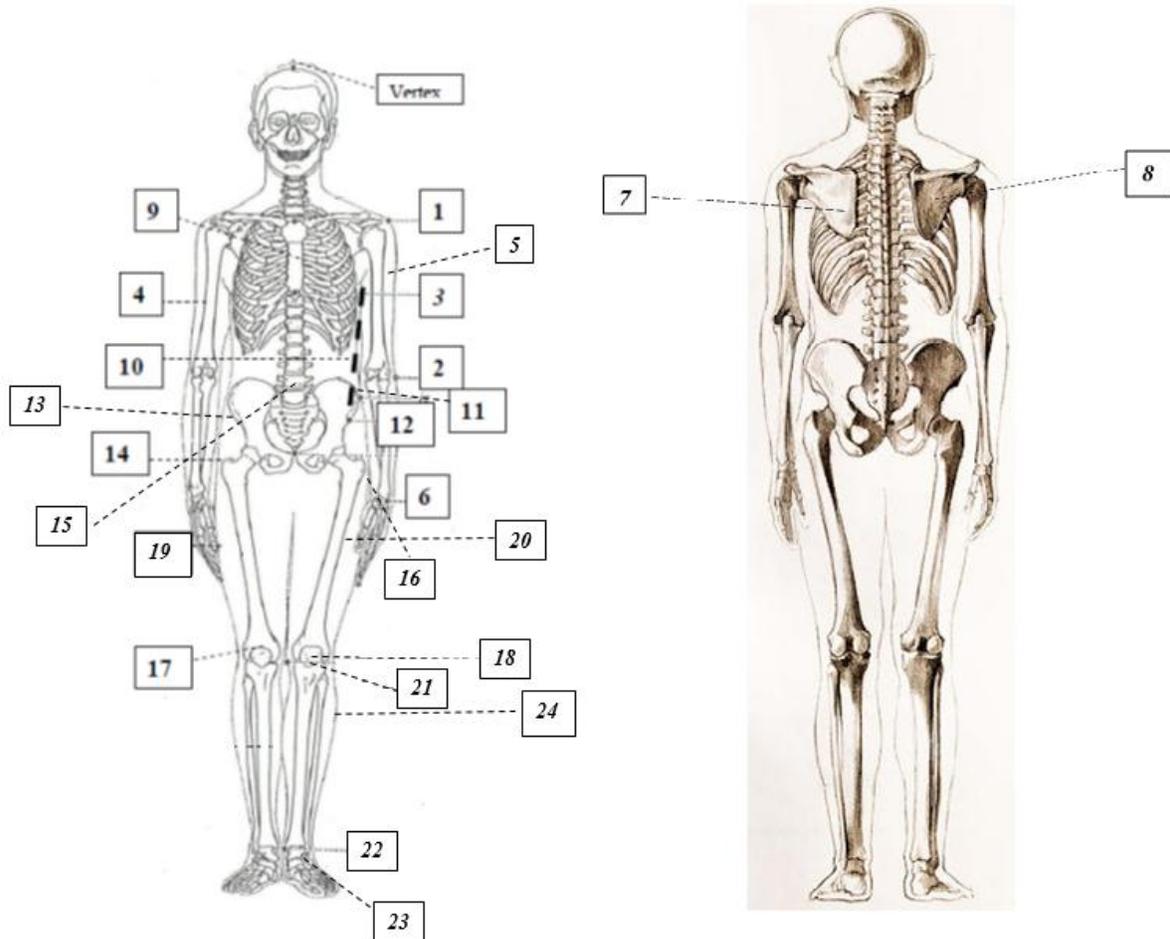
Software: Conjunto de programas y rutinas que permiten a la unidad de procesamiento (computador) realizar determinadas tareas.

Vértice: Esquinas de cada una de las caras que conforman una figura geométrica.

Anexo 2 - Puntos antropométricos y su ubicación

Como lo establece la Ing. Martha Eugenia Ramírez Merino los Puntos antropométricos basados en la siguiente figura son:

Fig. 48. Guía de ubicación de puntos antropométricos.
Fuente: Ing. Martha Merino. "Puntos antropométricos"



-**Vértex:** Punto superior de la cabeza en el plano medio-sagital. Será el punto superior de la cabeza cuando ésta se encuentra en el Plano de Frankfurt.

1. Acromial: Punto localizado en el borde superior del acromion en línea lateral. Con la persona de pie, con los brazos a los costados en forma relajada.

2. Radial: Punto localizado justo en el borde proximal y lateral de la cabeza del radio. Con la persona de pie, con los brazos a los costados en forma relajada.

3. Acromial-radial medio: Punto equidistante entre acromial y radial. Con la persona de pie con los brazos a los costados en forma relajada.

4. Sitio de pliegue del tríceps: Punto ubicado en la parte posterior del músculo tríceps. Con la persona en posición anatómica.

5. Sitio de pliegue de bíceps: Punto ubicado en la parte más anterior del músculo bíceps. Con la persona en posición anatómica.

6. Estílion: Punto entre el extremo proximal del carpo y la apófisis estiloides del cúbito y del radio. La persona debe rotar 90° hacia adentro el brazo.

7. Subescapular: Punto más bajo del ángulo inferior de la escápula. La persona debe estar de pie, con los brazos a los costados en forma relajada.

8. Sitio de pliegue subescapular: Sitio localizado a dos centímetros del punto subescapular, pero oblicuo en un ángulo de 45°. La persona debe estar de pie, con los brazos a los costados en forma relajada.

9. Mesoesternal: Punto medio del esternón, a la altura de la articulación con la cuarta costilla. La persona debe estar de pie, con los brazos a los costados en forma relajada.

10. Línea ilio-axial: Línea del pliegue axial al borde lateral superior del íleon. El brazo derecho de la persona se abduce hasta la horizontal.

11. Iliocrestal: Se ubica en la parte lateral del tubérculo iliaco. El brazo derecho de la persona se abduce hasta la horizontal.

12. Sitio del pliegue de la cresta iliaca: Punto al centro del panículo encontrado por encima de la marca iliocrestal. El brazo derecho de la persona se abduce hasta la horizontal.

13. Iliosspinal: Punto en la espina iliaca anterior superior más prominente e inferior. El brazo derecho de la persona se abduce hasta la horizontal.

14. Sitio del pliegue supraespinal: Intersección de la línea proyectada del Iliocrestal con la que une al Iliosspinal con el pliegue anterior de la axila. La persona debe estar de pie, con los brazos a los costados en forma relajada, posteriormente el brazo derecho se abduce hasta la horizontal.

15. Abdominal: Se localiza a cinco centímetros de lado derecho del ombligo. La persona debe estar de pie, con los brazos a los costados en forma relajada.

16. Trocánter: Punto en la parte superior del trocánter mayor del fémur. La persona debe estar de pie, el brazo derecho se abduce hasta la horizontal.

17. Tibial lateral: Punto superior del borde lateral de la cabeza de la tibia. La persona debe estar en posición anatómica.

18. Rodilla: Margen antero-superior de la superficie anterior de la rótula. La persona debe estar sentada con las rodillas flexionadas en ángulo recto.

19. Muslo medio: Punto equidistante entre la parte superior del trocánter mayor del fémur y el punto superior del borde lateral de la cabeza de la tibia. La persona debe estar de pie en posición anatómica.

20. Sitio de pliegue de muslo: Punto equidistante entre el pliegue inguinal y la superficie anterior de la rodilla, en la línea media del muslo. La persona debe permanecer sentada con las rodillas flexionadas en ángulo recto.

21. Tibial medial: Punto más elevado del borde interno de la cabeza de la tibia. La persona debe estar sentada con la pierna derecha cruzada sobre la izquierda.

22. Maleolar medial o interno: Punto distal del maléolo medial de la tibia. La persona debe estar sentada con la pierna derecha cruzada sobre la izquierda.

23. Maleolar lateral o externo: Punto distal del maléolo lateral de la tibia. La persona debe permanecer sentada con las rodillas flexionadas en ángulo recto.

24. Pantorrilla medial: Se ubica en la parte de mayor perímetro de la pantorrilla. La persona debe permanecer de pie con las piernas un poco separadas.

Anexo 3 - Armado y puesta en marcha del equipo de control de plataforma

Adquisición de equipos de maniobra, control y señalización

Fig. 49. Elementos de maniobra y señalización (derecha). Gabinete metálico doble fondo (izquierda)
Fuente: Autor



Fig. 50. Equipos de control, variación de velocidad y protección eléctrica.
Fuente: Autor



Armado de circuito de control y gabinete

Fig. 51. Ubicación de elementos de maniobra y señalización en gabinete (izquierda). Armado de cableado de control y fuerza provisional para pruebas (derecha).

Fuente: Autor

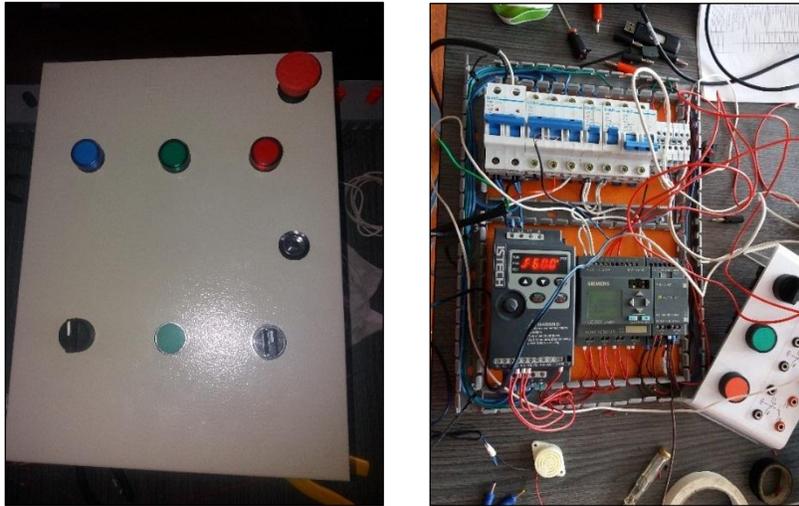


Fig. 52. Armado y montaje de circuito de control en gabinete.

Fuente: Autor



Fig. 53. Conexión de cable de alimentación del sistema SOMTA y cable de comunicación y alimentación para plataforma de giro.
Fuente: Autor



Como se puede apreciar en la Fig. 53. El SOMTA cuenta con sockets lateralizados lo cual le da la característica de ser tecnología Plug and Play, brindando así una gran facilidad de manipulación, transporte y conexión de la plataforma del SOMTA con su gabinete de control.

Montaje y armado eléctrico de equipos para plataforma de giro

Fig. 54. Montaje de tomacorrientes en plataforma.
Fuente: Autor



Fig. 55. Conexión eléctrica de tomacorrientes, motor de tracción, zumbador electrónico a bornera de derivación y receptáculo de terminal de conexión eléctrica.

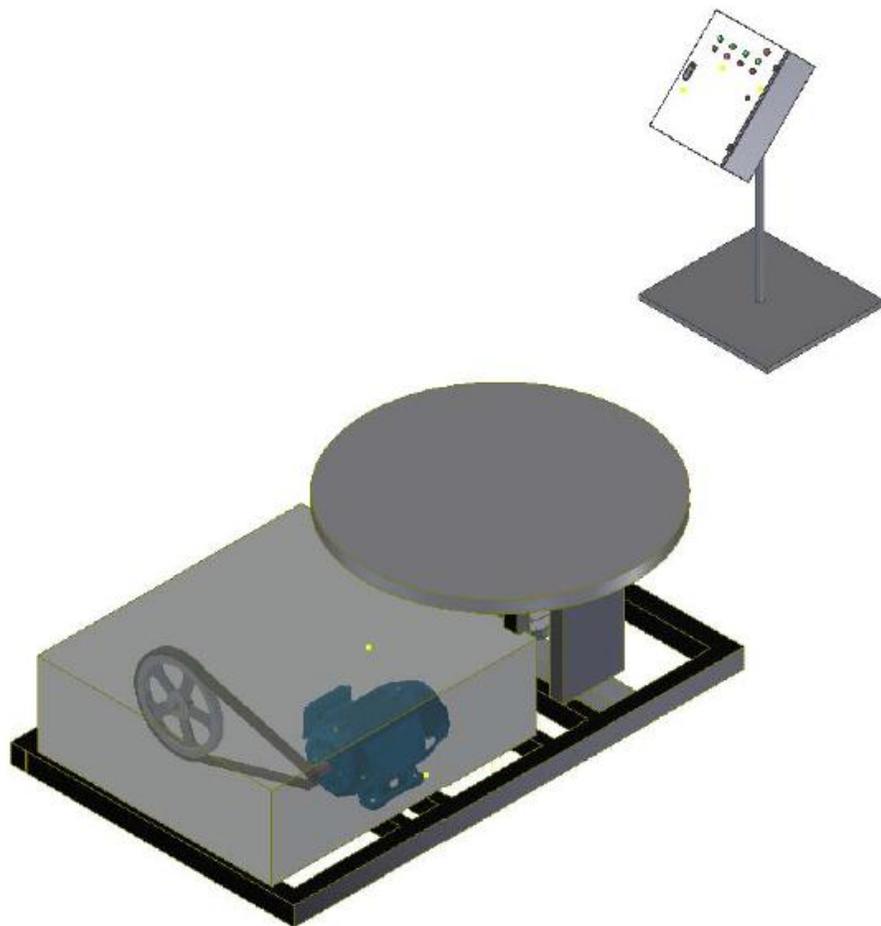
Fuente: Autor



Anexo 4 - Manual de operación del SOMTA

SOMTA (Sistema óptico mecánico para toma de medidas antropométricas)

Fig. 56. Plataforma y gabinete de control del SOMTA
Fuente: Autor



De UISEK para usted

Gracias y felicitaciones por haber elegido al SOMTA. Ahora usted puede realizar sus mediciones antropométricas en poco tiempo y hacerlo bien. En la UISEK sabemos que usted no tiene tiempo para hacerlo de otra forma.

Por ello, cuando se planteó el diseño y ejecución de este sistema se aseguró que sus equipos y componentes ofreciesen un valor duradero y una calidad superior, pues nuestros clientes, al igual que usted, no podían arriesgarse a recibir menos.

Los proyectos desarrollados en la UISEK deben ser los mejores posibles, es decir, los mejores que se podrían adquirir.

Este manual del usuario está diseñado para ayudarlo a aprovechar al máximo el SOMTA (Sistema óptico mecánico para toma de medidas antropométricas). Por favor, tómese el tiempo necesario para leer detenidamente las precauciones de seguridad, las cuales le ayudarán a protegerse de los peligros potenciales de su lugar de trabajo. Hemos hecho que la instalación y operación sean rápidas y fáciles. Con este sistema, y el mantenimiento adecuado, usted podrá contar con años de funcionamiento confiable.

ÍNDICE

SECCIÓN 1 – PRECAUCIONES DE SEGURIDAD – LEA ANTES DE USAR	74
1.1. Uso de Símbolos	74
1.2. Instrucciones de Seguridad.....	74
1.2.1. Seguridad en el puesto de trabajo.....	74
1.2.2. Seguridad eléctrica.....	75
1.2.3. Seguridad de personas	75
1.2.4. Uso y trato cuidadoso del SOMTA	76
1.2.5. Servicio	77
SECCIÓN 2 – DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO	77
2.1 Instalación	77
2.1.1. Especificaciones	78
2.1.2. Selección de la ubicación.....	79
2.1.3. Conexión y desconexión del equipo	80
2.2. Operación.....	82
2.2.1. Control del giro de la plataforma	82
2.2.2. Toma de datos con el escáner del SOMTA	83
SECCIÓN 3 – DIAGRAMAS ELÉCTRICOS	84

SECCIÓN 1 – PRECAUCIONES DE SEGURIDAD – LEA ANTES DE USAR

⚠ Protéjase usted mismo y a otros contra lesiones — lea y siga estas precauciones.

1.1. Uso de Símbolos

	¡PELIGRO! – Indica una situación peligrosa que, si no se la evita, resultará en muerte o lesión grave. Los peligros posibles se muestran en los símbolos adjuntos o se explican en el texto
	¡PELIGRO! Riesgo eléctrico. El tocar partes con carga eléctrica viva puede causar un toque fatal o quemaduras severas.

1.2. Instrucciones de Seguridad

Solamente personas calificadas deben instalar, operar, mantener y reparar esta máquina.

Durante su operación mantenga lejos a todos, especialmente a los niños.

Guardar todas las advertencias de peligro e instrucciones para futuras consultas.

1.2.1. Seguridad en el puesto de trabajo

- a) Mantenga limpio y bien iluminado su puesto de trabajo. El desorden o una iluminación deficiente en las áreas de trabajo pueden provocar accidentes.
- b) No utilice el equipo en un entorno con peligro de explosión, en el que se encuentren combustibles líquidos, gases o material en polvo. Todo equipo eléctrico podría producir chispas que pueden llegar a inflamar los materiales en polvo o vapores.
- c) Mantenga alejados a los niños y otras personas de su puesto de trabajo al utilizar el SOMTA. Una distracción le puede hacer perder el control sobre el equipo.

1.2.2. Seguridad eléctrica

- a) El enchufe del SOMTA debe corresponder a la toma de corriente utilizada. No es admisible modificar el enchufe en forma alguna. No emplear adaptadores en herramientas eléctricas dotadas con una toma de tierra. Los enchufes sin modificar adecuados a las respectivas tomas de corriente reducen el riesgo de una descarga eléctrica.
- b) Evite que su cuerpo toque partes conectadas a tierra como la estructura de la plataforma de giro, el gabinete de control del sistema y la estructura de soporte del gabinete. El riesgo a quedar expuesto a una sacudida eléctrica es mayor si su cuerpo tiene contacto con tierra.
- c) No exponga el SOMTA a la lluvia y evite que penetren líquidos en su interior. Existe el peligro de recibir una descarga eléctrica si penetran ciertos líquidos en las conexiones eléctricas del Sistema.
- d) No utilice los cables de conexión eléctrica para transportar o colgar el SOMTA o uno de sus componentes, ni tire de él para sacar el enchufe de la toma de corriente. Mantenga el cable de conexión eléctrica alejado del calor, aceite, esquinas cortantes o piezas móviles. Los cables de conexión eléctrica dañados o enredados pueden provocar una descarga eléctrica.

1.2.3. Seguridad de personas

- a) Manténgase siempre atento a lo que hace y utilice el SOMTA con prudencia. No utilice el sistema si estuviese cansado, ni tampoco después de haber consumido alcohol, drogas o medicamentos. El no estar atento durante la utilización del sistema puede provocarle serias lesiones.
- b) Evite una puesta en marcha fortuita. Asegurarse de que el SOMTA se encuentra desconectado antes de conectarlo a la toma de corriente, al recogerlo, y al transportarlo. Si transporta el sistema sujetándolo por uno de sus elementos de control o maniobra, o si introduce el enchufe en la toma de corriente con el sistema conectado, ello puede dar lugar a un accidente.
- c) Retire herramientas, documentos o cualquier objeto que se encuentre sobre la plataforma de giro antes de conectar el SOMTA. Cualquier objeto colocado sobre una parte móvil puede producir lesiones al poner en funcionamiento el sistema.
- d) Evite posturas arriesgadas. Trabaje sobre una base firme y mantenga el equilibrio en todo momento. Ello le permitirá controlar mejor al SOMTA en caso de presentarse una situación inesperada.
- e) Lleve puesta una vestimenta de trabajo adecuada. No utilice vestimenta amplia ni joyas. En caso de tener el cabello largo, sujetarlo adecuadamente. Mantener su

vestimenta, cabello y guantes alejados de las piezas móviles. La vestimenta suelta, el cabello largo sin sujetar y las joyas se pueden enganchar con las piezas en movimiento.

1.2.4. Uso y trato cuidadoso del SOMTA

- a) No sobrecargue el SOMTA. Utilice el Sistema para el trabajo previsto a realizar. Con la utilización adecuada del sistema se podrá trabajar mejor y más seguro dentro de todo margen.
- b) No utilice el SOMTA con una maniobra o protección eléctrica defectuosos. Todo equipo eléctrico y/o mecánico que no se pueda utilizar como indican su manual y presenta fallas debe ser enviado a reparación con el personal calificado.
- c) Retire el enchufe de la red antes de realizar un ajuste o cambio en el sistema, o al guardar el sistema. Esta medida preventiva reduce el riesgo a conectar accidentalmente el sistema.
- d) Mantener el sistema fuera del alcance de los niños. No permita la utilización del sistema a aquellas personas que no estén familiarizadas con su uso o que no hayan leído estas instrucciones. Los sistemas electromecánicos utilizados por personas inexpertas son peligrosos.
- e) Mantenga un cuidado permanente del SOMTA. Controle si funciona adecuadamente, sin atascamiento de las partes móviles, y si existen partes rotas o deterioradas que pudieran afectar al funcionamiento del sistema. En caso de presentar piezas defectuosas, realizar la reparación o cambio de estas antes de volver a utilizar al sistema. Muchos de los accidentes que suceden en industria se originan a partir de herramientas eléctricas o sistemas con un mantenimiento deficiente.
- f) Utilice el SOMTA y sus equipos. De acuerdo a estas instrucciones, considerando en ello las condiciones de trabajo y la tarea a realizar. La utilización de herramientas y equipos electromecánicos para actividades diferentes a las fueron concebidas puede resultar peligroso.

1.2.5. Servicio

- a) Únicamente realice la revisión y/o reparación del SOMTA por medio de un profesional con la competencia adecuada para esta actividad, empleando exclusivamente piezas de repuesto originales. Solamente así se mantiene la seguridad de este sistema.

SECCIÓN 2 – DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

 Lea íntegramente estas advertencias de peligro e instrucciones. En caso de no atenerse a las advertencias de peligro e instrucciones siguientes, ello puede ocasionar una descarga eléctrica, un incendio y/o lesión grave.

2.1 Instalación

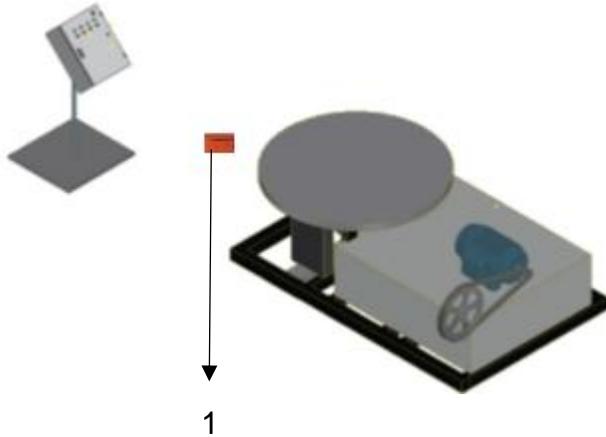
2.1.1. Especificaciones

Tabla 20. Especificaciones técnicas del SOMTA
Fuente: Autor

Equipo	Voltaje de alimentación	Sentido de giro	Velocidades de giro	Revoluciones	Tiempo de giro	Amperaje máximo de tomacorrientes auxiliares
Sistema óptico mecánico para toma de medidas antropométricas. SOMTA	Monofásico (220 Vac)	Horario Antihorario	Baja	1	1.22 min	6 A (220 Vac)
			Media	1	1.00 min	
			Alta	1	30 seg	

2.1.2. Selección de la ubicación

Fig. 57. Plataforma, gabinete de control del SOMTA con tomacorriente de conexión



1: Tomacorriente 220 V.

Seleccionar un lugar con la iluminación adecuada para la toma de datos.

Ubicar el sistema cerca de una fuente de potencia eléctrica adecuada.

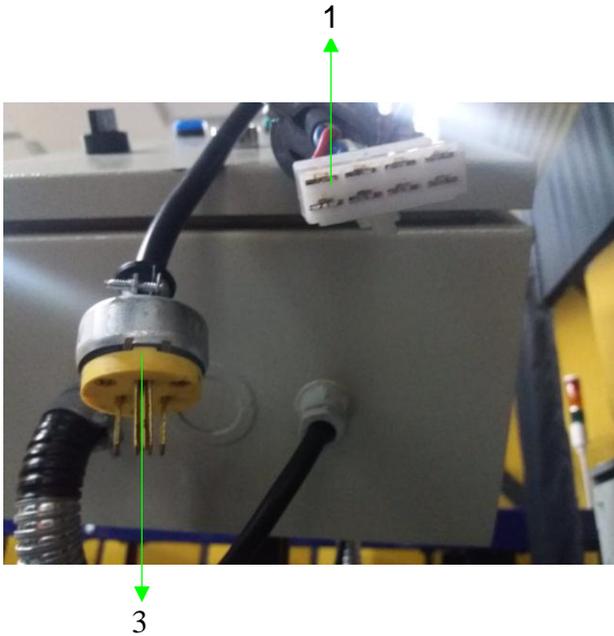
Ubicar el gabinete de control alejado del alcance del scanner Kinect.



1: Tomacorrientes 220V (variaciones)

2.1.3. Conexión y desconexión del equipo

Fig. 58. Sockets lateralizados de conexión plug and play del SOMTA



 Siga las instrucciones de conexión como se indica en el presente literal.

 Realizar las conexiones del equipo previo a conectar la alimentación eléctrica del sistema.

1: Socket de cable de conexión de gabinete

2: Receptáculo de socket de plataforma

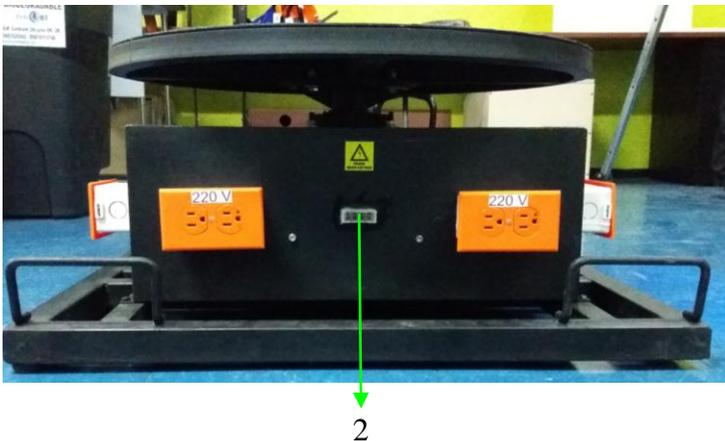
3: Enchufe para conexión de alimentación eléctrica del sistema

Conecte el socket del cable de conexión del gabinete (1) al receptáculo de la plataforma (2).

Conecte el enchufe (3) en el tomacorriente adecuado como lo indica el punto 2.1.1.

Abrir el gabinete con la llave triangular.

Siga las siguientes instrucciones:



*La utilización de estos sockets lateralizados, dotan al SOMTA la característica de ser tecnología Plug and Play, brindando así una gran facilidad de manipulación, transporte y conexión de la plataforma del SOMTA con su gabinete de control.

 Siga las instrucciones de conexión como se indica en el presente literal.



Realizar las conexiones del equipo previo a conectar la alimentación eléctrica del sistema.

Fig. 59. Protecciones eléctricas del SOMTA en gabinete de control

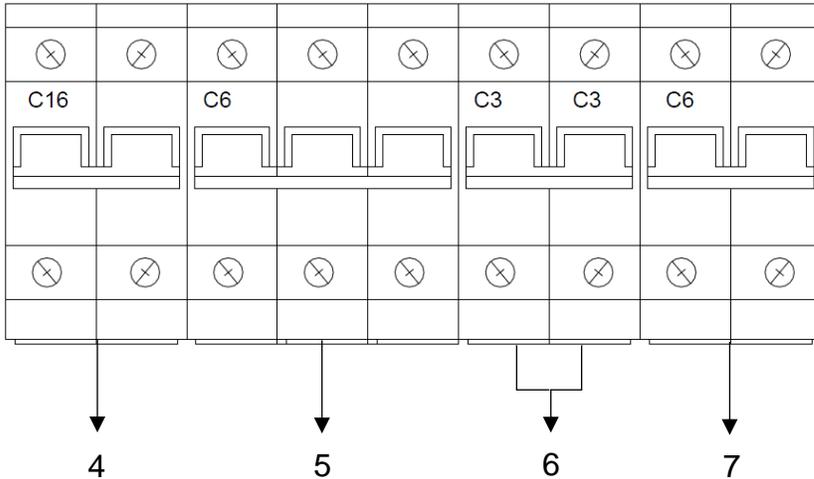
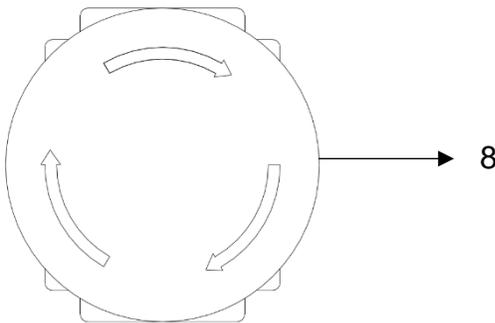


Fig. 60. Pulsador de paro de emergencia del SOMTA



Dentro del gabinete se encontrará las protecciones eléctricas del sistema:

4: Interruptor termomagnético (16A).
Protección general del sistema

5: Interruptor termomagnético (6A). Protección de motor eléctrico de tracción.

6: Interruptores termomagnéticos (3A).
Protección de sistema de control electrónico

7: Interruptor termomagnético (6A). Protección de tomacorrientes auxiliares

8: Pulsador de paro emergencia

Conecte las protecciones 5, 6 y 7. (La protección 7 al ser de los tomacorrientes auxiliares es opcional su conexión, no afecta al funcionamiento del sistema)

Conecte la protección 4.

Cierre el gabinete eléctrico

Revisar que el pulsador de paro de emergencia (8) no se encuentre activado.

El sistema se encuentra listo para su operación

Para la desconexión del equipo:

Presionar el pulsador de paro de emergencia (8).

Abrir el gabinete con la llave triangular.

Desconectar la protección 4.

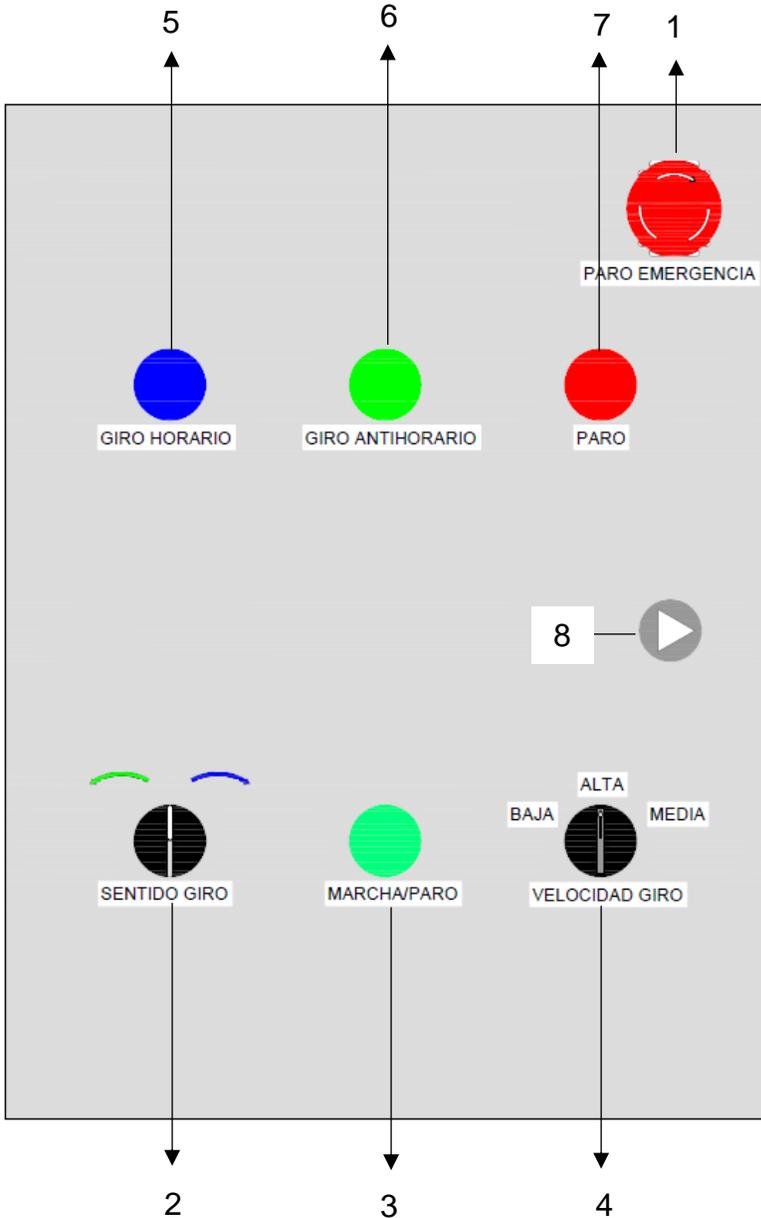
Desconectar las protecciones 5, 6 y 7.

Cerrar el gabinete.

2.2. Operación

2.2.1. Control del giro de la plataforma

Fig. 61. Elementos de maniobra y control del SOMTA en gabinete de control



Siga las instrucciones de conexión como se indica en el presente literal.



Realizar las conexiones del equipo previo a conectar la alimentación eléctrica del sistema.

- 1: Pulsador de paro emergencia.
- 2: Seleccionador de sentido de giro de la plataforma.
- 3: Pulsador para marcha y paro de la plataforma.
- 4: Seleccionador de velocidad para el giro de la plataforma.
- 5: Luz de señalización azul de sentido de giro horario para la plataforma
- 6: Luz de señalización verde de sentido de giro anti horario para la plataforma
- 7: Luz de señalización roja de paro para el giro de la plataforma.
- 8: Cerradura del gabinete.

Ubicar, conectar y encender el sistema como se indica en los puntos 2.1.2 y 2.1.3.

Cerciorarse que el pulsador (1) no se encuentre activado. Si no lo está, la luz de señalización (7) debe estar activada.

Seleccionar la velocidad deseada de giro de la plataforma con el seleccionador (4).

Seleccionar el sentido de giro de la plataforma con el seleccionador (2).

Accionar el pulsador (3) para activar el giro de la plataforma.

La plataforma girará en base a los requerimientos para la medición antropométrica.

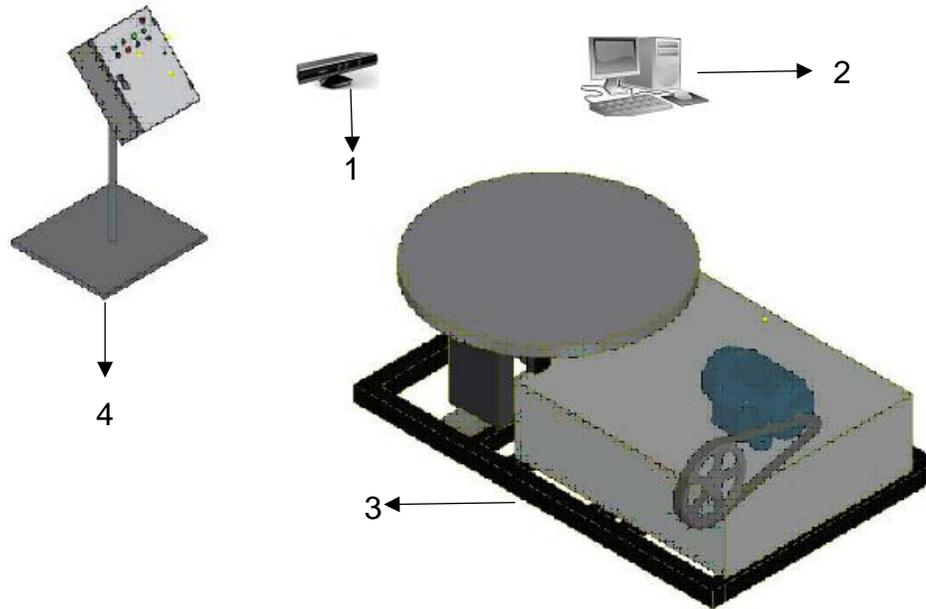
Si no se asigna el sentido de giro, el sistema no funcionará

El tiempo de giro de la plataforma será en base a lo que se indica en el punto 2.1.1. El giro se puede detener a cualquier momento con el pulsador (3).

En caso de un paro de emergencia accionar el pulsador (1). La plataforma se detendrá inmediatamente y el sistema se apagará.

2.2.2. Toma de datos con el escáner del SOMTA

Fig. 62. Dispositivos componentes del SOMTA



⚠ Siga las instrucciones de conexión como se indica en el presente literal.



Realizar las conexiones del equipo previo a conectar la alimentación eléctrica del sistema.

1: Escáner Kinect. 2: Computador. 3: Plataforma de giro. 4: Gabinete de control

Ubicar, conectar y encender el sistema como se indica en los puntos 2.1.2 y 2.1.3.

Para el control del giro de la plataforma realizar lo indicado en el punto 2.2.1.

Ubicar el computador cerca del Kinect.

Ubicar el gabinete fuera del alcance del Kinect como se indica en el punto 2.1.2.

Realizar una prueba inicial de funcionamiento del sistema y toma de datos.

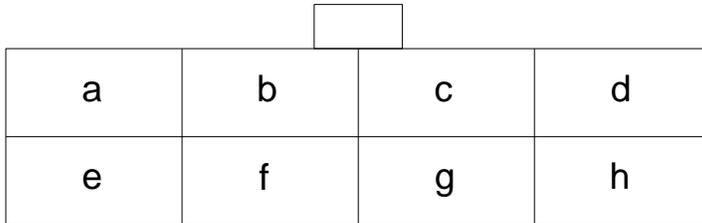
Realizar los ajustes necesarios tanto de ubicación del equipo como de operación del mismo para obtener los datos requeridos en el computador.

Tomar los datos de medición antropométrica requeridos.

Cuando no se necesite tomar más datos de medición. Desconectar el equipo como indica el punto 2.1.3.

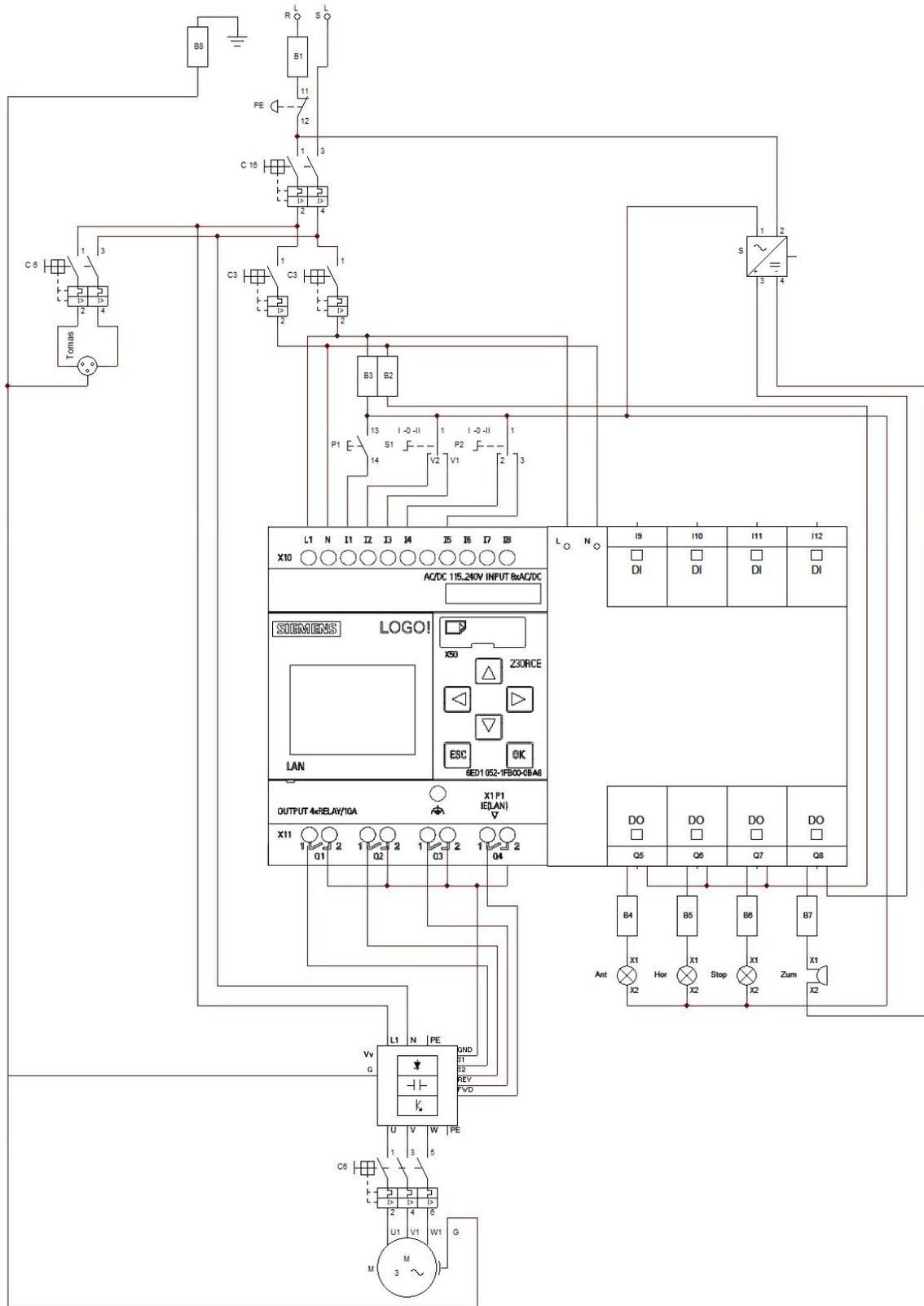
SECCIÓN 3 – DIAGRAMAS ELÉCTRICOS

Fig. 63. Distribución de Socket de conexión de gabinete de control (izquierda). Símbolos de distribución de socket de conexión de gabinete)



a	Positivo
b	Negativo
c	Fase 1 Tomas
d	Fase 2 Tomas
e	Tierra
f	Fase 1 Motor
g	Fase 2 Motor
h	Fase 3 Motor

Fig. 64. Diagrama eléctrico de control y operación de SOMTA



Anexo 5 - Costo de Fabricación del SOMTA

Tabla 21. Costos de fabricación de plataforma del SOMTA

Fuente: Autor

PLATAFORMA SOMTA				
Equipo	Cantidad	Unidad	Precio U	Precio total
Eléctrico				
Bornera tapa transparente	1	Unidad	\$ 3,00	\$ 3,00
Borneras 4mm riel din	8	Unidad	\$ 1,25	\$ 10,00
Cable 4x16	10	metro	\$ 1,10	\$ 11,00
Cable 3x14	5	metro	\$ 1,80	\$ 9,00
Cable Varios	1	metro	\$ 10,00	\$ 10,00
Canaleta ranurada 40x40	1	Unidad	\$ 4,00	\$ 4,00
Enchufe	1	Unidad	\$ 0,50	\$ 0,50
Expansor de logo	1	Unidad	\$ 200,00	\$ 200,00
Fuente DC	1	Unidad	\$ 5,00	\$ 5,00
Gabinete	1	Unidad	\$ 32,78	\$ 32,78
Logo	1	Unidad	\$ 375,00	\$ 375,00
Luz piloto	3	Unidad	\$ 1,90	\$ 5,70
Manguera metálica	4	metro	\$ 1,40	\$ 5,60
Motor 3F 1/2 HP	1	Unidad	\$ 100,00	\$ 100,00
Pulsador Hongo	1	Unidad	\$ 3,39	\$ 3,39
Pulsador NO	1	Unidad	\$ 3,00	\$ 3,00
Riel din	1	Unidad	\$ 2,35	\$ 2,35
Seleccionador 3 posiciones	1	Unidad	\$ 5,00	\$ 5,00
Seleccionador 3 posiciones con retorno	1	Unidad	\$ 5,00	\$ 5,00
Señalización	1	Unidad	\$ 4,00	\$ 4,00
Socket	1	Unidad	\$ 4,00	\$ 4,00
Térmico 1 polo	2	Unidad	\$ 2,00	\$ 4,00
Térmico 2 polos	2	Unidad	\$ 5,60	\$ 11,20
Térmico 3 polos	1	Unidad	\$ 9,00	\$ 9,00
Terminales de conexión	1	Unidad	\$ 4,00	\$ 4,00
Terminales manguera	1	Unidad	\$ 3,00	\$ 3,00
Tomacorrientes 220V naranjas	3	Unidad	\$ 4,70	\$ 14,10
Variador de frecuencia	1	Unidad	\$ 250,00	\$ 250,00
Zumbador	1	Unidad	\$ 1,50	\$ 1,50
		total, eléctrico		\$ 1.095,12
Mecánico				
Banda de tracción	1	Unidad	\$ 8,00	\$ 8,00
Banda de transmisión	1	Unidad	\$ 12,00	\$ 12,00
Chumacera	1	Unidad	\$ 15,00	\$ 15,00

Eje plataforma	1	Unidad	\$ 5,00	\$ 5,00
Estructura metálica	1	Unidad	\$ 450,00	\$ 450,00
Polea caja de piñones	1	Unidad	\$ 45,00	\$ 45,00
Polea de tracción	1	Unidad	\$ 60,00	\$ 60,00
Polea regulación banda	1	Unidad	\$ 35,00	\$ 35,00
Polea transmisión movimiento	1	Unidad	\$ 90,00	\$ 90,00
Reductor mecánico	1	Unidad	\$ 960,00	\$ 960,00
		total, mecánico		\$ 1.680,00
Humano				
Mano de obra eléctrico	1	Unidad	\$ 700,00	\$ 700,00
Transporte	1	Unidad	\$ 50,00	\$ 50,00
		total, humano		\$ 750,00
Software				
Blender	1	Unidad	\$ 0,00	\$ 0,00
Skaneect	1	Unidad	\$ 282,91	\$ 282,91
Logo 8	1	Unidad	\$ 90,00	\$ 90,00
		total, software		\$ 372,91

SUB TOTAL	\$ 3.898,03
IVA	\$ 467,76
Total	\$ 4.365,79

Tabla 22. Costo de adquisición de CPU "A"

Fuente: Autor

CPU "A"			
Artículo	Cantidad	Precio U.	Precio Total
Procesador Intel Core I5-8400	1	\$ 231,58	\$ 231,58
MBO Gigabyte Z370 Aorus Gaming 3 8va	1	\$ 240,00	\$ 240,00
DIMM Mushkin 4GB PC-2400 DDR4	2	\$ 54,74	\$ 109,48
Fuente de poder Game-Max 800 W 24 P	1	\$ 72,63	\$ 72,63
Case Q-One LGX-5901. Incluye mouse óptico, teclado, parlantes	1	\$ 33,00	\$ 33,00
DISCO DURO 1 TB 7200RPM	1	\$ 110,88	\$ 110,88
Armado y programación de CPU	1	\$ 20,00	\$ 20,00
MONITOR SAMSUNG 18.5Inc. LED	1	\$ 83,16	\$ 83,16
Sensor Kinect	1	\$ 50,00	\$ 50,00
Subtotal			\$ 950,73
IVA 12%			\$ 114,09
TOTAL			\$ 1.064,82

Tabla 23. Costo de adquisición de CPU "B"

Fuente: Autor

CPU "B"			
Artículo	Cantidad	Precio U.	Precio Total
Procesador Intel Core I7-4770	1	\$ 160,00	\$ 160,00
Mainboard H81m 4ta Gen. 1150 Biostar	1	\$ 73,00	\$ 73,00
Ddr3 8gb 1600mhz Kingston Pc3-12800	2	\$ 80,00	\$ 160,00
Fuente De Poder Pc Altek 750w Normal, Slim Ide Sata	1	\$ 11,00	\$ 11,00
Case Pc Atx Micro. Incluye mouse óptico, teclado, parlantes	1	\$ 16,00	\$ 16,00
DISCO DURO 1 TB 7200RPM	1	\$ 110,88	\$ 110,88
Armado y programación de CPU	1	\$ 20,00	\$ 20,00
MONITOR SAMSUNG 18.5Inc. LED	1	\$ 83,16	\$ 83,16
Sensor Kinect	1	\$ 50,00	\$ 50,00
Subtotal			\$ 684,04
IVA 12%			\$ 82,08
TOTAL			\$ 766,12