



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA

PROPUESTA DE UN DISEÑO ANTROPOMÉTRICO PARA EL MOBILIARIO DEL ÁREA DE MÉTODOS DE LA NAVE INDUSTRIAL DEL ITSM

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTAN:

CHRISTIAN AMINADAB ANGLADA GONZÁLEZ

CARLOS MARTÍNEZ FERNÁNDEZ

ASESOR:

M.I.A. LUÍS ENRIQUE GARCÍA SANTAMARÍA

COASESOR:

M.I.I. MARIELI LAVOIGNET RUIZ

Misantla, Ver.

Febrero, 2020.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

FECHA: 05 de Febrero de 2020.

ASUNTO: **AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN
DE TESIS PROFESIONAL.**

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente hago constar que el (la) C:

CRHISTIAN AMINADAB ANGLADA GONZÁLEZ

pasante de la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL con No. de Control 152T0575 ha cumplido satisfactoriamente con lo estipulado por el **Manual de Procedimientos para la Obtención del Título Profesional de Licenciatura** bajo la opción **Titulación Integral (Tesis Profesional)**

Por tal motivo se **Autoriza** la impresión del Tema titulado:

**"PROPUESTA DE UN DISEÑO ANTROPOMÉTRICO PARA EL MOBILIARIO
DEL ÁREA DE MÉTODOS DE LA NAVE INDUSTRIAL DEL ITSM"**

Dándose un plazo no mayor de un mes de la expedición de la presente a la solicitud del Acto de Recepción para la obtención del Título Profesional.

ATENTAMENTE

**ING. GERBACIO TLAXALO ESPINOZA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**



Archivo.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

FECHA: 05 de Febrero de 2020.

ASUNTO: **AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN
DE TESIS PROFESIONAL.**

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente hago constar que el (la) C:

CARLOS MARTÍNEZ FERNÁNDEZ

pasante de la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL con No. de Control 152T0646 ha cumplido satisfactoriamente con lo estipulado por el **Manual de Procedimientos para la Obtención del Título Profesional de Licenciatura** bajo la opción Titulación Integral (Tesis Profesional)

Por tal motivo se **Autoriza** la impresión del Tema titulado:

**"PROPUESTA DE UN DISEÑO ANTROPOMÉTRICO PARA EL MOBILIARIO
DEL ÁREA DE MÉTODOS DE LA NAVE INDUSTRIAL DEL ITSM"**

Dándose un plazo no mayor de un mes de la expedición de la presente a la solicitud del Acto de Recepción para la obtención del Título Profesional.

ATENTAMENTE

ING. GERBACIO TLAXALO ESPINOZA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



Archivo

VER 01/03/09

F-SA-39

Agradecimientos

La vida se encuentra plagada de retos, y uno de ellos es la universidad. Tras vernos dentro de ella, nos hemos dado cuenta que más allá de ser un reto, es una base no solo para nuestro entendimiento del campo en el que nos hemos visto, si no para lo que concierne a la vida y para en un futuro.

Primero que nada, queremos dar gracias a Dios por darnos la dicha de vivir estos momentos de felicidad, por tantas bendiciones que ha puesto en cada una de nuestras familias y hacia nosotros, por cada reto logrado e enorgullecer a nuestros padres, por los momentos de fracasos que son también parte de logros.

A nuestros Padres:

Por habernos forjado como personas que somos en la actualidad; muchos de nuestros logros se los dedicamos a ustedes entre los que se incluye este proyecto. Nos formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de todo, nos motivaron constantemente para alcanzar nuestros anhelos, los sueños propuestos.

Nuestra gratitud e infinito amor hacia ustedes y no nos cansaremos de darles las gracias por ser los mejores padres, no podemos pedir más a la vida si con ustedes sentimos afortunados, si volviéramos a nacer los volveríamos a elegir a ustedes sin duda alguna.

Gracias mama y papa. ¡¡Los amamos!!

A nuestros Hermanos:

Por formar parte de nuestras vidas, por ser las personas que siempre nos motivaron a seguir adelante, por darnos esos consejos, por demostrarnos su amor incondicional. Gracias por su apoyo infinito y por alentarnos a lograr terminar nuestros estudios profesionales, son lo mejor de lo mejor y no podemos pedir más a la vida.

Gracias por todo.

A mi familia:

Quiero agradecer a mi mujer por apoyarme en este último paso para alcanzar mi profesión, metas que me he propuesto y contribuir a su manera en el logro de ellas, siempre animándome y alentándome en este proyecto, en cada sueño acompañándome hasta conseguirlo, a mi bebe que ha sido una bendición y motivación, para seguir adelante.

Gracias por su apoyo. ¡Los amo familia!!

A nuestro asesor:

Gracias por transmitirnos sus conocimientos, su forma de trabajar, su persistencia y paciencia en el proceso de elaboración de este proyecto, quien se ha tomado el arduo trabajo de guiarnos. Pero además de eso, ha sabido ofrecernos sus sabios consejos y conocimientos, por aquellas charlas y experiencias, gracias por ser nuestro maestro y amigo, todo nuestro agradecimiento.

Muchas gracias Ing. Santamaría.

Gracias a cada una de las personas cercanas, amigos, compañeros, profesores que de una manera u otra han sido claves en nuestra vida profesional y personal.

ÍNDICE

Introducción.....	1
Capítulo 1. Generalidades del proyecto.....	2
1.1 Contexto de la Institución	2
1.2 Filosofía	3
1.3 Misión	3
1.3.1 Visión.....	3
1.3.2 Política del SGI	4
1.3.3 Política Ambiental	4
1.3.4 Programas Formalizados Autorizados.....	5
1.4 Certificación	6
1.5 Planteamiento del problema.....	7
1.6 Justificación	10
1.7 Preguntas de investigación	10
1.8 Objetivos.....	10
1.8.1 Objetivo general.....	10
1.8.2 Objetivos específicos	11
1.9 Hipótesis	11
1.10 Alcances y Limitaciones.....	11
1.10.1 Alcances	11
1.10.2 Limitaciones	11
1.10.3 Propuesta de solución.....	12
1.11 Metodología	13
Capítulo 2. Marco teórico	14
2.1 Definición de diseño.....	14
2.2 Diseño industrial.....	14
2.2.1 En el siglo XIX.....	15
2.2.2 En el siglo XX.....	15
2.2.3 Postmodernismo	16
2.3 Definición de ergonomía	17
2.4 Historia de la ergonomía	17
2.4.1 La Ergonomía en el siglo XXI	18
2.5 Tipo de ergonomía	19

2.6	La ergonomía en el diseño	21
2.7	La Ergonomía en el contexto de la Prevención de Riesgos Laborales (PRL)	22
2.8	Importancia de la ergonomía en el trabajo	22
2.9	Beneficios de la ergonomía	23
2.10	Salud y Confort laboral	24
2.10.1	Ergonomía geométrica	24
2.10.2	Ergonomía ambiental	24
2.11	Esfuerzo y fatiga laboral	25
2.11.1	Definición de fatiga laboral	25
2.11.2	Fatiga normal o fisiológica.....	27
2.11.3	Fatiga patológica.....	27
2.11.4	Fatiga aguda	27
2.11.5	Fatiga crónica o surménage	27
2.11.6	Fatiga psíquica.....	27
2.11.7	Fatiga nerviosa.....	28
2.11.8	Fatiga profesional.....	28
2.12	Esfuerzo muscular	28
2.12.1	Esfuerzo muscular estático.	29
2.12.2	Esfuerzo muscular dinámico.	29
2.12.3	Fatiga muscular.....	29
2.12.4	Factores locales que provocan la fatiga muscular.	29
2.13	Antropometría	30
2.14	Medidas antropométricas	31
2.14.1	Alturas.....	32
2.14.2	Longitudes	33
2.14.3	Pliegues cutáneos.....	34
2.14.4	Diámetros.....	36
2.15	Percentiles	37
2.16	Marco referencial	38
	Capítulo 3. Metodología	44
3.1	Declaración de la metodología	44
3.1.1	Elaborar los diagnósticos necesarios en el área de métodos.	45
3.1.2	Revisión del estado del arte en el marco contextual del entorno.	45

3.1.3	Contrastar lo que dice la literatura y los elementos con que se cuenta actualmente en el área de métodos.....	48
3.1.4	Requerimientos y conocimientos mínimos necesarios para desarrollar el diseño antropométrico del mobiliario.	49
3.2	Delimitación del estudio	52
3.3	Recolección de la información.....	52
3.3.1	Diseño de los instrumentos para la Recolección de información	52
3.3.2	Observación.....	52
3.3.3	Encuesta.....	53
3.3.4	Medidas Antropométricas.....	53
	Capítulo IV. Desarrollo de la metodología y resultados	60
4.1	Elaborar los diagnósticos necesarios en el área de métodos.	60
4.2	Revisión de la literatura.....	64
4.3	Requerimientos y conocimientos mínimos necesarios para desarrollar el diseño antropométrico del mobiliario.	65
4.3.1	Población de estudio.....	65
4.3.2	Determinación del tamaño de muestra.....	65
4.3.3	Cálculo del tamaño de la muestra	66
4.3.4	Información obtenida de las medidas antropométricas.....	67
4.3.5	Cálculo de percentiles.....	69
4.3.6	Contraste de hipótesis.....	76
4.1.1	Altura Poplítea.....	77
4.1.2	Ancho de Caderas	78
4.1.3	Mesa de trabajo	79
4.4	Delimitación del estudio	81
4.5	Diseño de los instrumentos para la recolección de información.	81
4.5.1	Diseño de la encuesta.....	81
4.5.1	Validación de la encuesta	82
4.5.2	Alpha de Cronbach	84
4.5.3	Análisis de la Información	85
4.6	Elaboración del diseño.....	94
4.1.4	Elaboración del diseño de la silla y de la mesa	94
	Conclusión	102
	Bibliografía	103

Índice de Figuras

Figura 1. 1 Propuesta de solución.	12
Figura 4. 1 Layout del área de métodos de la nave industrial.	60
Figura 4. 2 Postura mostrada.	61
Figura 4. 3 Mobiliario actual.	62
Figura 4. 4 Realizando actividades en el mobiliario.	62
Figura 4. 5 Altura de la mesa.	80
Figura 4. 6 Resultados de Alpha de Cronbach.	84
Figura 4. 7 Porcentaje total de la encuesta.	86
Figura 4. 8 Porcentaje total respecto a la pregunta 1.	87
Figura 4. 9 Porcentaje total respecto a la pregunta 2.	88
Figura 4. 10 Porcentaje total respecto a la pregunta 3.	89
Figura 4. 11 Porcentaje total respecto a la pregunta 4.	90
Figura 4. 12 Porcentaje total respecto a la pregunta 5.	91
Figura 4. 13 Porcentaje total respecto a la pregunta 6.	92
Figura 4. 14 Porcentaje total respecto a la pregunta 7.	93
Figura 4. 15 Porcentaje total respecto a la pregunta 8.	94
Figura 4. 16 Respaldo de la silla.	95
Figura 4. 17 Asiento de la silla.	95
Figura 4. 18 Patas traseras.	96
Figura 4. 19 Patas delanteras.	96
Figura 4. 20 Soporte de las patas.	97
Figura 4. 21 Diseño de la silla ensamblada.	97
Figura 4.22 Cubierta.	98
Figura 4.23 Pata.	99
Figura 4.24 Bastidor del ancho de la mesa.	99
Figura 4.25 Bastidor del largo de la mesa.	100
Figura 4.26 Diseño de la mesa ensamblada.	100
Figura 4.27 Diseño de la mesa ensamblada.	101
Figura 4.28 Diseño de la mesa ensamblada.	101

Índices de Tablas

Tabla 3. 1 Descripción de mediciones antropométricas.....	54
Tabla 4. 1 Lista de verificación en el área de métodos.	63
Tabla 4. 2 Matriz de resultados de los alumnos de 2° semestre.....	67
Tabla 4. 3 Matriz de resultados de los alumnos de 6° semestre.....	68
Tabla 4. 4 Matriz de resultados de los alumnos de 8° semestre.....	68
Tabla 4. 5 Cantidad y porcentaje de alumnos por semestre.....	69
Tabla 4. 6 Cantidad de alumnos por semestre a muestrear.....	69
Tabla 4. 7 Percentiles de los alumnos de segundo semestre.....	70
Tabla 4. 8 Percentiles de las alumnas de segundo semestre.....	70
Tabla 4. 9 Percentiles de los alumnos de cuarto semestre.....	71
Tabla 4. 10 Percentiles de las alumnas de cuarto semestre.....	71
Tabla 4. 11 Percentiles de los alumnos de sexto semestre.....	72
Tabla 4. 12 Percentiles de las alumnas de sexto semestre.....	72
Tabla 4. 13 Percentiles de los alumnos de octavo semestre.....	73
Tabla 4. 14 Percentiles de las alumnas de octavo semestre.....	73
Tabla 4. 15 Matriz de resultados de todos los alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial.	74
Tabla 4. 16 Percentiles de todos los alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial.....	76
Tabla 4. 17 Medidas a comparar con el percentil 95 (Con respecto al banco).	77
Tabla 4. 18 Medidas de la mesa.....	81
Tabla 4. 19 Matriz de resultado de las 75 encuestas.....	82
Tabla 4. 20 Datos de la encuesta.....	85
Tabla 4. 21 Medidas de la silla.....	94
Tabla 4.22 Medida de la mesa.....	98

Introducción

El proyecto de tesis presenta la propuesta de un diseño antropométrico del mobiliario del área de métodos de la nave industrial del Instituto Tecnológico Superior de Misantla (ITSM). Debido a que el mobiliario y las medidas de los mismos, no cumplen con las medidas antropométricas del usuario, por lo que estos no se adaptan a las dimensiones de los estudiantes del ITSM. Con base en esta problemática se decidió realizar un análisis antropométrico de los alumnos del ITSM que permita obtener dichas medidas y con ello plantear un diseño para el mobiliario que se adapte a las medidas antropométricas de la población estudiantil.

El proyecto de tesis se estructura en cuatro grandes capítulos;

El Capítulo I: muestra las generalidades del proyecto; planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, alcance y limitación de la tesis y la descripción general del instituto facilitador.

El Capítulo II: contiene el marco teórico, donde se define qué es el diseño, su historia, la antropometría en el ser humano. También, se da un breve contexto sobre la historia de la ergonomía, su importancia, y sus funciones que se le han desempeñado, a su vez, se da información acerca del diseño del mobiliario y aspectos en considerar en un diseño.

El Capítulo III: muestra el desarrollo de la metodología, se establece los pasos a seguir para la realización de manera correcta del proyecto presentado.

El Capítulo IV: desarrolla la metodología y resultados del diseño en general de la silla y mesa, así como toda la información recabada para su realización, todo con la aplicación de la encuesta y los cálculos obtenidos con las medidas de los alumnos.

Capítulo I. Generalidades del proyecto

1.1 Contexto de la Institución

El Instituto Tecnológico Superior de Misantla se ubica en la Ciudad de Misantla Veracruz, atiende a más de 3000 alumnos contabilizando al sistema escolarizado y semi-escolarizado, provenientes de varios municipios aledaños a esta ciudad, también atiende a alumnos que vienen de otros municipios del estado como Martínez de la Torre, Juchique de Ferrer, Vega de la Torre, Colipa y Yecuatla y lugares cercanos.

El 4 de agosto de 1994, el Licenciado Patricio Chirinos Calero, Gobernador Constitucional del Estado y el Licenciado Ángel Pescador Osuna, Secretario de Educación Pública, firman el Convenio de Coordinación para la Creación, Operación y Apoyo Financiero para el Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

Es así, como el 12 de Septiembre de 1994, inicia operaciones el Instituto Tecnológico Superior de Misantla (ITSM), ofreciendo dos carreras: Licenciatura en Informática y la carrera de Ingeniería Industrial, con una población de 166 alumnos egresados de las escuelas de nivel medio superior de Misantla y la región; posteriormente en 1999 se apertura la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en respuesta a las necesidades de las organizaciones de encontrar soluciones computacionales en sus procesos; en el 2002 se da cabida a dos carreras más; Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Bioquímica, ambas en apoyo a los requerimientos del sector productivo de la región, en el 2004 en apoyo al desarrollo de la sociedad a través de la operación de obras civiles se apertura la carrera de Ingeniería Civil.

Para el 2010 se apertura la carrera de ingeniería ambiental, ingeniería en tecnologías de la información y comunicaciones y la carrera de ingeniería en gestión empresarial. Actualmente se cuenta con dos maestrías propias del plantel: Maestría en Sistemas Computacionales y Maestría en Ingeniería Industrial.

El Instituto Tecnológico Superior de Misantla en su vida corta, está marcando un crecimiento afortunado, esto permite asegurar que en los próximos años la institución estará

consolidada, y por lo tanto podrá obtener los permisos para añadir más ingenierías y los estudiantes tengan mayores opciones para estudiar una ingeniería.

1.2 Filosofía

Pretende tener mayor cobertura de la Educación Tecnológica Superior Regional, implantando un servicio educativo que mejore la calidad, la pertenencia y la equidad para apoyar los programas regionales de desarrollo.

Responder de manera firme a los avances tecnológicos en los sectores productivos de bienes y servicios, formando profesionales de la más alta calidad, competitiva en el ámbito científico y tecnológico propiciando una educación integral, haciendo de esta institución, un polo de desarrollo; que le facilite un óptimo desarrollo personal, familiar y profesional.

1.3 Misión

La misión que establece el Instituto Tecnológico Superior de Misantla es la que se presenta a continuación:

“Ofrecer un servicio de educación superior pertinente y de calidad, para la formación de profesionales competitivos; que, cimentados en el desarrollo integral y armónico, les permita responder en un contexto de globalización, a los retos que demanda el país. Así mismo, compartimos con la población en general los beneficios del conocimiento, la cultura científica y tecnológica; en particular proporcionar servicios directos a los diversos sectores, mismos que contribuyan al bienestar que demanda la sociedad”.

1.3.1 Visión

En concordancia con la visión del Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica (SNEST) el instituto ha definido su visión hacia el año 2050 en los términos siguientes:

“Ser en nuestra región y zona de influencia, un Instituto Tecnológico de prestigio en la formación de profesionistas competitivos acordes con la demanda que exige el desarrollo del país;

sustentado en la calidad de los servicios educativos, infraestructura, ambiente armónico, difusión de la cultura y vinculación con los sectores público y privado”.

Con esta Misión y Visión el Instituto Tecnológico Superior de Misantla busca contribuir a la transformación educativa en México, Orientando los esfuerzos hacia el desarrollo humano sustentable y la competitividad.

1.3.2 Política del SGI

Integración de la política de calidad, ambiental, energética, seguridad y salud ocupacional.

En el Instituto Tecnológico Superior de Misantla, tenemos el compromiso de otorgar servicios educativos de nivel superior que satisfagan las necesidades y expectativas de nuestros clientes y partes interesadas, promoviendo en todo momento el cumplimiento de sus requerimientos, cuidado del medio ambiente, una gestión energética eficiente, la seguridad y salud de nuestros trabajadores, así como la mejora continua, cumpliendo con los requerimientos legales aplicables.

1.3.3 Política Ambiental

“El Instituto Tecnológico Superior de Misantla (ITSM) estamos conscientes de la importancia que tiene el proteger nuestro Medio Ambiente, por lo cual nos comprometemos a cumplir con la legislación, regulaciones ambientales y demás requisitos que rigen nuestras actividades y servicios enfocados a CUIDAR Y RESPETAR NUESTRO MEDIO AMBIENTE, así mismo, nos comprometemos a la mejora continua de las acciones que permiten cumplir los objetivos y metas ambientales establecidas en el SGA.

1.3.4 Programas Formalizados Autorizados

El Instituto Tecnológico Superior de Misantla cuenta con una oferta educativa conformada por 9 carreras de Licenciaturas y dos Maestrías formalmente autorizadas por la Dirección General de Instituto Tecnológicos, siendo estas las siguientes:

- Ingeniería Industrial
- Ingeniería en Sistemas Computacionales.
- Ingeniería Bioquímica.
- Ingeniería Electromecánica
- Ingeniería Civil.
- Ingeniería Ambiental.
- Ingeniería Petrolera.
- Ingeniería en Tics.
- Ingeniería en Gestión Empresarial

Maestrías

- Maestría en Ingeniería Industrial
- Maestría en Sistemas Computacionales

Matrícula

La mayoría del ITSM ha tenido una tendencia favorable, en el ciclo escolar 2016-2017 se logró una matrícula de 2300 estudiantes.

Cabe mencionar que el ITSM se encuentra ubicado en la ciudad de Misantla, con tan solo una población de 20,027 habitantes (Centro de Población y Vivienda 2010) y geográficamente se encuentra ubicado en una zona serrana. Lo cual hace más significativo al haber alcanzado una matrícula alta de alumnos.

1.4 Certificación

- Sistema de gestión de la Calidad ISO 9001:2000

Desde el 2008, el Tecnológico de Misantla se encuentra certificado en el proceso Enseñanza-Aprendizaje y adopta el Sistema de Gestión de la Calidad con base a la Norma ISO 9001:2008 como una estrategia de la dirección.

La empresa certificadora es AMERICAN REGISTRAR OF MANAGEMENT SYSTEMS y el número de certificado es el ITSM 100309.

- Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14001:2004

En el año 2010, el ITSM logró la certificación ISO 14001:2004, convirtiéndose en la primera institución del Estado de Veracruz en lograr este reconocimiento, mismo que evidencia su compromiso con el cuidado del medio ambiente en pre del Desarrollo Sustentable del estado y del país en general.

La empresa certificadora es AMERICAN REGISTRAR OF MANAGEMENT SYSTEMS y el número de certificado es el ITSM 110208.

A continuación, se presentan los certificados de cada uno de los sistemas:

Certificación del Instituto Tecnológico Superior de Misantla por haber cumplido con los establecimientos de la norma ISO 9001:2008.

Certificación del Instituto Tecnológico Superior de Misantla por haber cumplido con los establecimientos de la norma ISO 14001:2004.

1.5 Planteamiento del problema

La ergonomía según Frederick (1875) enfocada en el ámbito laboral, surgió y se desarrolló para buscar optimizar la organización del trabajo y aumentar la productividad, con el fin de asegurar que los trabajadores se adapten a las actividades sin problema. Taylor (1919) en su método de “Estudio de Tiempos”, que propuso en la Escuela de la Organización Científica del Trabajo, fue uno de los pioneros en iniciar en estas técnicas para la organización de actividades, el estudio de tiempos consistió en medir la duración de cada una de las operaciones más simples que realizaban los trabajadores, para determinar y priorizar las actividades más importantes, como también las que no agregaban valor al producto. El objetivo de este método fue suprimir los movimientos innecesarios, eligiendo los instrumentos más adecuados y decidiendo cuál de los sistemas de acción era más rápido, es decir, este método trataba de ajustar a la persona al puesto de trabajo. Posteriormente, Lillian Gilbreth (1878-1972) profesora en la escuela de Ingeniería de Purdue (EUA) y su marido Frank Gilbreth (1868-1924) aportaron a la Ergonomía el “Estudio de Movimientos”, este método consistía en medir los tiempos de trabajo, en ocupaciones tan dispares como la albañilería o la cirugía, para poder definir los movimientos elementales therblig (Gilbreth al revés). Therblig consiste en diecisiete movimientos en los que se puede subdividir cualquier tarea laboral para estudiar la productividad de un operador en su estación de trabajo (Gilbreth, 1911, 1924).

La Asociación Española de Ergonomía (AEE), creada en 1964, define la ergonomía como: «ciencia aplicada de carácter multidisciplinar que tiene como finalidad la adecuación de los productos sistemas y entornos artificiales a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios para optimizar su eficacia, seguridad y confort».

La ergonomía aplicada tiene como finalidad preservar las condiciones de salud del trabajador. Principalmente; identificando, eliminando o minimizando la exposición a los diferentes riesgos presentes que pueden afectar negativamente la salud del personal. La aplicación de la ergonomía en el lugar de trabajo aporta muchos beneficios evidentes para el trabajador de las cuales una de ellas es la disminución de lesiones conocidas TTA (trastornos de trauma acumulativos) (FLORES, 2007).

Dentro de la ergonomía existen tres condiciones tales como: ergonomía geométrica, estudia a la persona en su entorno de trabajo (posturas y esfuerzos), ambiental estudia todos aquellos factores del medio ambiente (el ruido, la temperatura, la humedad, la iluminación, las vibraciones), y ergonomía temporal consiste en el estudio del trabajo en el tiempo (el ritmo al que se trabaja durante el lapso de la actividad).

La aplicación de la ergonomía en los centros escolares pretende elaborar un plan o programa ajustado a las necesidades y posibilidades de la institución. La ergonomía ha tenido un impacto muy importante en el ámbito educativo ya que por medio de los principios de la ergonomía trata de ajustar el entorno que rodea al estudiante y transformarlo de una forma que le permita realizar sus actividades más fáciles de manera que tenga un mayor rendimiento (Hernández, 2004).

El Instituto Tecnológico Superior de Misantla (ITSM) es una institución educativa encargada de formar profesionales. Actualmente cuenta con nueve ingenierías:

- Industrial
- Civil
- Electromecánica
- Bioquímica
- Petrolera
- Gestión Empresarial
- Tics
- Sistemas Computacionales
- Ambiental

El ITSM cuenta con un espacio geográfico, el cual se encuentra distribuido en diferentes áreas, constituido principalmente por edificios de las ingenierías antes mencionadas. Unos de los principales edificios es el de ingeniería industrial, es primer edificio en construirse, no obstante, se tienen edificios para las demás ingenierías. El instituto se caracteriza por tener dos naves, una de ellas es la nave industrial, es un área que beneficia y ayuda a los estudiantes a realizar actividades que son de uso práctico. El análisis de este proyecto de este diseño antropométrico para el mobiliario se enfoca en la nave industrial, en el área de métodos del ITSM.

La nave industrial se divide en dos sub-áreas, la primera es el área de métodos, y el taller de prácticas. En el taller de prácticas se encuentran máquinas y herramientas que son utilizadas frecuentemente para realizar actividades como: soldadura, uso del torno, uso de la cnc, etc.

La nave industrial tiene áreas de oportunidad que no han sido aprovechadas, una de ellas es el área de métodos, ya que el mobiliario que actualmente se tiene, no cumple con las dimensiones correctas. El área de métodos es utilizada para realizar actividades escolares, por esta razón y de acuerdo con lo que se ha observado al ser utilizada por los alumnos, se puede llegar a la conclusión de que los alumnos no se encuentran con una postura correcta para realizar sus actividades. A causa de esta mala postura los estudiantes están propensos a disminuir el rendimiento al realizar sus actividades escolares en una postura incorrecta. Por esta razón se planea hacer un estudio antropométrico mediante un muestreo de probabilidad que ayude a estudiar las dimensiones físicas del estudiante, con el fin de determinar un mobiliario con características pertinentes para los estudiantes, con el propósito de disminuir daños tanto físicos como mentales de manera que se disminuya el impacto de las TTA.

La antropometría, con fines ergonómicos, busca brindar datos antropométricos que sirvan como base para dimensionar objetos que se ajusten a las verdaderas características de los estudiantes finales (Rosmery Nariño Lescay, 2005). Es una disciplina científica que está estrechamente relacionada con la Ergonomía Física y se desarrolla en diferentes campos de aplicación

En vista de lo que se observa en el área de métodos de la nave industrial del ITSM, se plantea hacer una propuesta para diseñar el mobiliario que tenga las dimensiones adecuadas antropométricas del estudiante, mediante un estudio antropométrico de la población existente que ocupa dicha área de trabajo.

1.6 Justificación

El presente proyecto surge de una observación al mobiliario que se tiene actualmente en la nave industrial, por esta razón se quiere analizar si el mobiliario actual del área de métodos se adapta a las medidas antropométricas de los estudiantes y de no ser así, los alumnos están tomando posturas inadecuadas debido a esto ocasiona enfermedades de Trastornos de trauma acumulativo (TTA).

En la actualidad las instituciones de educación buscan dar a sus alumnos los mejores servicios con el fin de obtener buenos profesionistas, la nave industrial cuenta con más de 23 años y siempre busca ofrecer un buen servicio para los alumnos, es por ello, que se justifica la propuesta de un nuevo diseño de mobiliario en el área de métodos de la nave industrial para que favorezca al mejoramiento de la institución y al servicio de los alumnos.

1.7 Preguntas de investigación

¿Cuáles son las causas que pueden genera las malas posturas en los alumnos en el área de métodos?

¿Cuáles son las características que debe tener el mobiliario para que los alumnos no sufran algún daño?

1.8 Objetivos

1.8.1 Objetivo general

Proponer el diseño antropométrico para el mobiliario del área de métodos de la nave industrial que se ajuste a las características antropométricas de los alumnos que cursan la carrera de ingeniería industrial del ITSM, con la finalidad de determinar si el mobiliario cuenta con las dimensiones adecuadas para ser ocupadas por el estudiante.

1.8.2 Objetivos específicos

- Realizar un estudio antropométrico que permita obtener las dimensiones correctas del estudiante que utiliza el área de métodos de la nave industrial.
- Realizar un estudio de las dimensiones del actual mobiliario del área de métodos de la nave industrial y verificar si las dimensiones son ayudadas al estudiante.
- Proponer el diseño para el mobiliario que sirva como modelo de áreas de trabajo en el área de métodos de la nave Industrial.
- Realizar un diseño funcional que cumpla con las necesidades y requerimientos antropométricos de la población de alumnos de la carrera de ingeniería industrial.

1.9 Hipótesis

Las actuales medidas de los bancos y mesas ofrecidas por la nave industrial cumplen antropométricamente con las medidas para los alumnos de las carreras de ingeniería Industrial del sistema escolarizado del ITSM.

1.10 Alcances y Limitaciones

1.10.1 Alcances

El proyecto se enfoca únicamente en un estudio antropométrico para el diseño de un mobiliario ubicado en el área de métodos de la nave industrial del ITSM, con el fin de determinar las dimensiones correctas del estudiante.

1.10.2 Limitaciones

- El proyecto únicamente servirá de apoyo para otras áreas similares a la que se está estudiando.
- La información que será registrada solo servirá únicamente para realizar este proyecto de tesis.

1.10.3 Propuesta de solución

En la búsqueda de aportar soluciones que ayuden a mejorar el rendimiento del estudiante, se elaborara un diseño antropométrico del mobiliario en área de métodos de la nave industrial del ITSM, para aumentar el rendimiento del estudiante y disminuir los TTA.

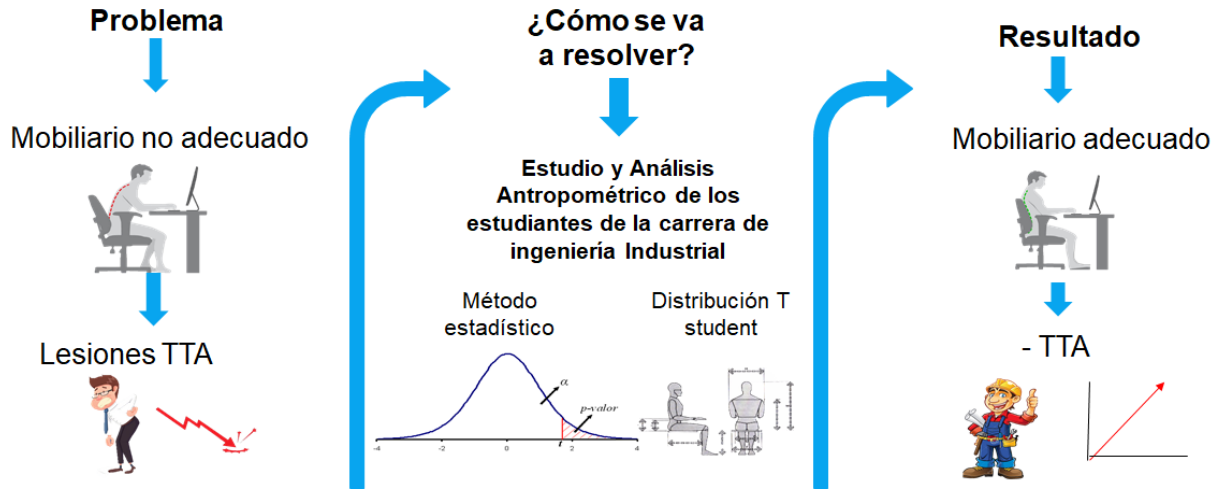


Figura 1. 1 Propuesta de solución.

Fuente: Elaboración propia.

1.11 Metodología

La metodología para el desarrollo de esta tesis constara de cinco pasos, mismos que se relacionan a continuación y que se desarrollaran más adelante en los capítulos III y IV.

1. Elaborar los diagnósticos necesarios en el área de métodos, considerando aspectos que son: ambiente interno y externo, relación con los clientes, evaluaciones.
2. Revisión del estado del arte en el marco contextual del entorno.
3. Contrastar lo que dice la literatura y los elementos con que se cuenta actualmente en el área de métodos.
4. Requerimientos y conocimientos mínimos necesarios para desarrollar el diseño antropométrico del mobiliario.
5. Implementar el diseño antropométrico en el área de métodos de la nave industrial del ITSM.

Capítulo II. Marco teórico

2.1 Definición de diseño

Un plan que dispone elementos de la mejor manera posible para alcanzar un fin específico (Eames, 2012). El diseño es un proceso de creación visual con un propósito. A diferencia de la pintura y de la escultura, que son la realización de las visiones personales y los sueños de un artista, el diseño cubre exigencias prácticas. Una unidad de diseño gráfico debe ser colocada frente a los ojos del público y transportar un mensaje prefijado.

2.2 Diseño industrial

“Todo ser humano es un diseñador. Algunos incluso se ganan la vida con el diseño, en todos los campos que garantizan cierta tranquilidad y una cuidadosa consideración entre proyectar una actuación y la adecuación de las formas para llevarlas adelante, más una estimación de sus resultados” (Potter, 1999). “El diseño, tal como se ejerce, se enseña y se reclama, es una actividad no del todo diferente a la del peluquero, con lo que se da por definida no sólo su categoría sino también su utilidad práctica” (Bürdek, 1989).

En la historia se afirma que el punto de partida del diseño industrial fue en 1777, con la construcción del puente de hierro de Coalbrookdale, y que el acuñamiento del término “design” tuvo lugar en Inglaterra, siendo su autor el funcionario civil, Henry Cole (1808-1882), quien, preocupado por la “fealdad” de los objetos fabricados en serie, y en general por la falta de voluntad de hacerlos atractivos para los consumidores, impulsa un movimiento con la intención de unir el mejor arte con la manufactura. El heredero del trabajo de Cole fue el arquitecto William Morris (1834- 1896), quien fundó en 1861 la empresa “Morris, Marshal y Faulkner”, en la que diseñaban y construían productos que destacaban por su manufactura impecable, los cuales contrastaban con los que se hacían en serie. A raíz de esta tendencia surgió el movimiento de Artes y Oficios, caracterizado por el alto nivel estético de sus objetos, –pero de alto costo- destinados únicamente a personas adineradas, lo que evidenciaba que, para ese entonces, todavía no se había fusionado el atractivo formal a los bajos costos en los productos de uso cotidiano elaborados masivamente (Vargas, 2013).

2.2.1 En el siglo XIX

El siglo XIX trajo la revolución industrial y con ella cambios en los sistemas de producción hasta el momento. Se empezaron a usar nuevos materiales y por lo tanto nuevas tecnologías, como el acero, hierro fundido y el hormigón, y se dejaron de lado las pequeñas empresas o talleres y las industrias que poseían maquinaria frenaron el método de producción que utilizaban. Los objetos producidos en la primera mitad del siglo XIX bajaron su calidad de diseño y esto se notó en la Gran Exposición Internacional de 1851 en Londres donde se mostraron el máximo potencial de la producción industrial, y termino en catástrofe al querer imitar la terminación de los productos fabricados manualmente (Aquiles Gay, 1892).

En la segunda mitad del Siglo XIX movimientos como el Arts. & Crafts (Inglaterra) y el Art Nouveau (Francia) levantaron el diseño, en donde el primero cuestionaba todo producto fabricado con un método industrial y buscaba volver a lo artesanal. El art Nouveau “caracterizaba por su ruptura con el pasado, por oponerse a cualquier imitación de estilos preexistentes, y por la búsqueda de nuevas formas artísticas inspirándose en diversas fuentes: desde elementos de la naturaleza, hasta exóticas artes extranjeras” (Aquiles Gay, 1892).

2.2.2 En el siglo XX

Los primeros años fueron esenciales para el diseño industrial, la aparición de escuelas de diseño como la Bauhaus y la ULM. La Bauhaus (1919-1933) fue la primera en su tipo y busco generar en los productos una estética individual relacionada con la invención, generando diferentes soluciones dadas por otros individuos. Todo era encaminado a la producción industrial, es por eso que la escuela alemana además de los estudios que ofrecía, creo una organización para vender los productos a las industrias “Enmarcada en un rígido racionalismo buscó, dentro de un contexto técnico, la simplificación de la forma de los objetos y la reducción de sus elementos geométricos, revalorizando la función. Esta idea es retomada en el año 1953 con la apertura de la Escuela Superior de diseño ULM (1953- 1968). “Según Gropius el diseñador debe tratar de encontrar en su trabajo un nuevo equilibrio entre las aspiraciones prácticas y las estético-psicológicas de su tiempo” (Bürdek, 1989).

2.2.3 Postmodernismo

En el año 1972, los italianos impactaron al mundo presentando una serie de productos que iban a darle un papel secundario al valor utilitario y a los procesos de fabricación para generar nuevos aspectos estéticos-funcionales y simbólicos. De este modo, se fue consolidando la corriente “Diseño Radical” o “Anti diseño”, que buscaba superar las limitaciones impuestas por la “doctrina funcionalista” y el concepto la “buena forma”, y se constituyó en una férrea oposición hacia quienes consideraban que el diseño debía ser un medio para identificar una posición social (Aquiles Gay, 1892).

En diciembre 1980, un grupo de diseñadores italianos se organizaron y formaron un grupo de diseño al que llamaron Memphis y su objetivo era “un diseño que recibiera inspiración de contextos culturales diversos, elevara su contenido estético y lo convirtiera en objeto.” Según Samar Lidia los diseñadores de este nuevo grupo buscaban cambiar los conceptos tradicionales que las personas tenían de los objetos cotidianos, y hacían esto mediante la superación de categorías que hasta ese momento eran cotidianas como la forma, función y técnica. A principios de los '90 apareció un estilo de diseño que no era amigable, y que su objetivo principal era generar un concepto de colección como un todo, dejando de lado la elegante belleza y negligente elegancia (Vargas, 2013).

En todo el mundo, en el diseño contemporáneo se está viendo que la tecnología ya no es el ícono elevado, glorificado y complejo que representaba de manera literal el acero inoxidable durante la década del '80, pero está siendo apreciado por su habilidad para simplificar nuestro panorama visual y material. Se podría decir que el fundamento del diseño es la relación entre las personas y su entorno, convirtiéndose así en una aplicación la cual pone su enfoque en una investigación científica (Rapoport, 2003). Para ir cerrando este capítulo de como el diseño fue evolucionando a lo largo de la historia, se puede ver como la tecnología empieza a ser cada vez más importante a la hora de diseñar, ya sea en el producto o fuera del él. A continuación, se analizará como la arquitectura se relaciona con el diseño industrial y un movimiento de arquitectura que ocurre al mismo tiempo que los nuevos movimientos de diseño vistos anteriormente. “La arquitectura y el diseño han evolucionado de la común elaboración del concepto de función en el

debate sobre el significado de los edificios y los objetos, hacia un “lenguaje comunicativo de los objetos” (Bürdek, 1989).

2.3 Definición de ergonomía

Según (Laurig, 1992) etimológicamente, el término “ergonomía” proviene del griego “nomos”, que significa norma, y “ergo”, que significa trabajo. Podría proponerse que la ergonomía debería desarrollar “normas” para una concepción prospectiva del diseño más encaminada hacia el futuro. Al contrario de la “ergonomía correctiva”, la idea de la ergonomía prospectiva se basa en aplicar recomendaciones ergonómicas que tienen en cuenta, simultáneamente, los márgenes de beneficios.

Posteriormente para la ley de prevención de riesgos laborales y el reglamento de los servicios de prevención la ergonomía es considerada como: “aquella disciplina preventiva no médica, que trata la adecuación entre las distintas capacidades de las personas y las exigencias de las capacidades demandadas por las tareas del trabajo realizadas” (Navarro, 2018).

Así mismo la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) en agosto de 2000 define a la ergonomía como “Una disciplina científica de carácter multidisciplinar, que estudia las relaciones entre el hombre, la actividad que realiza y los elementos del sistema en que se halla inmerso, con la finalidad de disminuir las cargas físicas, mentales y psíquicas del individuo y de adecuar los productos, sistemas, puestos de trabajo y entornos a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios; buscando optimizar su eficacia, seguridad, confort y el rendimiento global del sistema” (AdearArgentina, 2016).

2.4 Historia de la ergonomía

La ergonomía comenzó a plantearse a comienzos del siglo XX con los trabajos de Taylor enfocados en el ambiente del trabajo, desarrollándose como ciencia a finales de la segunda guerra mundial, cuando en el diseño de sistemas los ingenieros comenzaron a tener en cuenta los aspectos

fisiológicos y psicológicos del comportamiento humano y sus adaptaciones al entorno y las condiciones laborales. Ah principios del siglo XX se consideraba que las personas debían adaptarse al trabajo, y con este criterio surgió el *Taylorismo*, enfoque basado en la organización científica del trabajo. Posteriormente, con la segunda guerra mundial, y con la finalidad de mejorar la productividad laboral, nació en Estados Unidos la llamada human engineering (ingeniería humana), que se ocupó de diseñar e instalar tecnología según las aptitudes y limitaciones de las personas (Gómez-Conesa, 2018).

En Estados Unidos, con la humanización del trabajo, la ingeniería humana ha dado paso a la “human factors engineering”. Además, con su desarrollo se ha ampliado el campo de trabajo, y son objeto de su estudio las personas en relación no sólo con el trabajo, sino también con el resto de actividades que realiza diariamente. Por tanto, aunque su origen se sitúa en el ámbito del trabajo, al paso del tiempo su campo de actuación se ha ampliado, según pereda su objetivo final es, “llegar a conseguir una efectividad funcional óptima de cualquier equipo, instrumento o ayuda física que utilicen las personas, independientemente de la actividad que estén llevando a cabo”.

La fecha oficial del nacimiento de la Ergonomía como disciplina científica es el 12 de julio de 1949. Ese día se fundó en Londres un grupo interdisciplinario interesado en el estudio de los problemas laborales humanos. Este grupo, dirigido por un psicólogo inglés, K.F.H. Murrell, y formado por un conjunto de profesionales de la Psicología, la Medicina y la Ingeniería, se denominó Human Research Society. Posteriormente, el 16 de febrero de 1950, decidieron adoptar el término Ergonomía y cambiar su nombre por el de Ergonomics Research Society, denominación que mantienen actualmente. Sin embargo, existen toda una serie de trabajos, anteriores a esa fecha que, sin ser formalmente Ergonomía, pueden considerarse como las primeras investigaciones científicas en ese campo.

2.4.1 La Ergonomía en el siglo XXI

En el año 2012, se presentó un informe especial de la IEA sobre el futuro de la Ergonomía como ciencia y profesión. En este informe se identifican tres características fundamentales de la disciplina (WILSON, 2014):

1.- Adopción del enfoque de los sistemas. Como se verá, hay muchas disciplinas científicas, como la Psicología Cognitiva o la Antropometría, que contribuyen al cuerpo de conocimientos de la Ergonomía. Sin embargo, a diferencia de éstas, la Ergonomía no debe focalizarse en el trabajador como parte del sistema, sino en el sistema como un todo, entendido este como el conjunto de actividades o entidades relacionadas entre sí (hardware, software, edificios, espacios, comunidades, personas...) con un objetivo conjunto y con relaciones complejas entre las partes. A menudo, la comprensión de los problemas que surge de entender el sistema como un todo es mayor que la suma del análisis de sus partes

2.- La Ergonomía está guiada por el diseño. La Ergonomía mejora la ejecución y bienestar en los sistemas a través de la concepción y diseño de sistemas de trabajo. Por tanto, todos los análisis e intervenciones deben traducirse en recomendaciones y acciones para este diseño.

3.- La Ergonomía se centra en la ejecución y el bienestar. La ejecución se entiende en este contexto como productividad, eficiencia, seguridad, fiabilidad, etc., mientras que el bienestar sería la salud y seguridad de los trabajadores, la satisfacción en el trabajo, el desarrollo profesional, etc. Es importante entender que ambos están fuertemente relacionados, lo cual tiene una especial implicación desde el punto de vista de la PRL.

2.5 Tipo de ergonomía

Respecto a las clasificaciones de la ergonomía, éstas se efectúan según el tema que aborden o el momento en que se intervenga. Así, clásicamente se ha dividido en (Gómez-Conesa, 2018):

- Ergonomía de puestos/ergonomía de sistemas
- Ergonomía preventiva/ergonomía correctora
- Ergonomía física, que se subdivide en:
 1. Ergonomía geométrica, que incluye el confort posicional, confort cinético y seguridad.

2. Ergonomía ambiental, que incluye los factores físicos como ruido, iluminación, temperatura, etc., y los agentes químicos y biológicos.
3. Ergonomía temporal, que tiene en cuenta los turnos, horarios, pausas y ritmos.

Por otro lado, la AEE propone una clasificación de ergonomía por áreas de especialización (AEE, 2018):

- I. Ergonomía biométrica:
 - Antropometría y dimensionado.
 - Carga física y confort postural.
 - Biomecánica y operatividad.

- II. Ergonomía del entorno o ambiental:
 - Condiciones ambientales.
 - Carga visual y alumbrado.
 - Sonido y vibraciones.

- III. Ergonomía cognitiva:
 - Psicopercepción y carga mental.
 - Interfaces de comunicación.
 - Biorritmos y cronoergonomía.

- IV. Ergonomía preventiva:
 - Seguridad en el trabajo.
 - Salud y confort laboral.
 - Esfuerzo y fatiga muscular.

- V. Ergonomía de diseño o concepción:

- Diseño ergonómico de productos.
- Diseño ergonómico de sistemas.
- Diseño ergonómico de entornos.

VI. Ergonomía específica:

- Minusvalías y discapacidad.
- Infantil y escolar.
- Micro entornos autónomos (aeroespacial, submarinos, etc.).

VII. Ergonomía correctiva:

- Evaluación y consultoría ergonómica.
- Análisis e investigación ergonómica.
- Enseñanza y formación ergonómica.

2.6 La ergonomía en el diseño

Con base a las actuales normativas sobre prevención de riesgos laborales y la necesidad de controlar las consecuencias que para la seguridad y la salud del trabajador cuando se les da uso a máquinas, herramientas, y equipo para realizar el trabajo, comenzó a cobrar especial importancia la ergonomía como disciplina unitaria, a caballo entre la fisiología y la técnica, entre la biomecánica y la medicina, hasta llegar a ser considerada como una parcela de gran trascendencia en la prevención.

Ciertamente, se trata de la fase de diseño, en la que cabe actuar en la línea de proponer aquella alternativa que elimine o minimice ciertos riesgos específicos, o bien aceptar ciertos riesgos, pero proponer las medidas de protección adecuadas.

2.7 La Ergonomía en el contexto de la Prevención de Riesgos Laborales (PRL)

La Ergonomía tiene una importante contribución a la seguridad y salud laboral. Así, para (DOPPLER, 2009), la acción del ergónomo ataca a las causas del riesgo y por ello se sitúa en un nivel de prevención primaria y no tanto en el de prevención secundaria (minimizar los riesgos) o terciaria (administrar los riesgos).

Sin embargo, la ergonomía tiene ciertos intereses y objetos de estudio comunes con la Higiene Industrial, la Seguridad y con la Medicina del Trabajo (LLANEZA, 2014):

- Con la Higiene Industrial comparte el interés en la prevención de enfermedades causadas por la carga física, así como por el efecto sobre la salud de factores ambientales como el ruido o la iluminación. En el caso de la Ergonomía, el interés va más allá del enfoque sanitario, ya que interesa también el efecto de estos agentes sobre el rendimiento y bienestar de los trabajadores.
- En cuanto a la Seguridad, la Ergonomía aporta un análisis de los factores humanos que aumentan el riesgo y que llevan en última instancia al error y a los accidentes.
- Finalmente, la Medicina del Trabajo tiene un enfoque más centrado en la enfermedad de los trabajadores, mientras que la Ergonomía se centra en la enfermedad de los puestos de trabajo, incidiendo en el diseño de estos para prevenir molestias, enfermedades y accidentes.

2.8 Importancia de la ergonomía en el trabajo

La ergonomía es el estudio en relación con lugar de trabajo, para ello, la importancia de pasar la jornada laboral en un ambiente saludable es un aspecto que se debe de cuidar cada vez más en las industrias.

La importancia de pasar la jornada laboral en un ambiente saludable es un aspecto con el que se debe de tener cuidado, gracias a la implantación de políticas de prevención de riesgos laborales que velan por conseguir unas condiciones de trabajo idóneas y evitar los posibles accidentes en las áreas de trabajo pueden cumplir de una manera segura y evitar accidentes de TTA.

El área de trabajo debe estar diseñada para satisfacer tanto las necesidades de la empresa como las de la persona que desempeñará su tarea en él, dentro del marco normativo que hoy en día regula este aspecto. Se deberán tener en cuenta aspectos como el emplazamiento, el mobiliario, la iluminación, la accesibilidad a las diferentes instalaciones, el número de puestos de trabajo, la temperatura, las características de los materiales que se utilizan y finalmente, las necesidades propias del trabajador en función de la tarea que desempeña.

2.9 Beneficios de la ergonomía

Entre los principales beneficios de la ergonomía tenemos los siguientes:

- Previene riesgos laborales.
- Mejora la postura frente al ordenador u otro tipo de máquinas de trabajo.
- Disminuye molestias físicas a los trabajadores.
- Mejora la comodidad en ambientes de trabajo.
- Eleva la productividad del trabajador.
- Disminuye la fatiga de los trabajadores.
- Permite obtener información de primera mano de los aspectos a mejorar en los ambientes de trabajo.
- Mejora la estabilidad laboral.
- Mantiene la moral del trabajador en alto.

2.10 Salud y Confort laboral

La ergonomía es una ciencia interdisciplinaria que estudia las relaciones entre el hombre y su puesto de trabajo. En las oficinas de farmacia, una mala planificación del trabajo desde el punto de vista ergonómico produce fatiga, desmotivación, pérdida de la concentración y una disminución del rendimiento y de la satisfacción laboral. La autora estudia los diversos tipos de ergonomía y su aplicación al ámbito específico de la oficina de farmacia.

La primera revolución industrial sólo se planteó adaptar el hombre a la máquina, debido al alto coste económico de la máquina y el bajo coste de la mano de obra. Con el tiempo se produjo un vuelco en la solución del problema, pensando que había que adaptar la máquina al hombre, conjugando el concepto de comodidad y mejora de los puestos de trabajo. Esta aplicación técnica no sólo contribuye al bienestar, sino también a la prevención de accidentes y enfermedades laborales (el servier, 2016).

2.10.1 Ergonomía geométrica

Las tres ramas clásicas de la ergonomía son la geométrica, la ambiental y la temporal. La primera se centra en la relación entre el hombre y las condiciones métricas de su puesto de trabajo, estudiando los siguientes aspectos:

Cargas posturales y físicas, tanto estáticas como dinámicas y por componentes de actividad. Diseño del puesto de trabajo: altura de planos de trabajo, áreas y volúmenes de trabajo; elementos de trabajo: asientos, mesas y de los medios físicos instrumentales (mandos, manivelas, herramientas); relaciones métricas con dispositivos de seguridad (defensas, resguardos).

2.10.2 Ergonomía ambiental

La ergonomía ambiental estudia las relaciones del hombre con todos los factores ambientales, y en ello guarda similitud con la higiene en el trabajo. Aspira a conseguir el mayor

bienestar del trabajador, eliminando los elementos que atenten contra ello, aunque su presencia no llegase a producir enfermedad. El bienestar ambiental es una sensación subjetiva de agrado, que se manifiesta cuando las funciones fisiológicas y psicológicas se realizan con total normalidad y el rendimiento laboral alcanza su nivel máximo.

En este tipo de ergonomía encontramos las siguientes actuaciones:

Sobre factores físicos. Factores del microclima, presión, temperatura, humedad y velocidad de paso y renovación del aire; luminosidad; estudio de fenómenos oscilatorios, ruidos y vibraciones, para obtener comodidad.

Sobre factores químicos, excluyéndose por higiene industrial y también para conseguir bienestar. Es necesario obtener una pureza pertinente del aire, así como su oxigenación y reciclaje.

2.11 Esfuerzo y fatiga laboral

El esfuerzo físico es parte esencial de toda actividad laboral. No sólo es un componente de los trabajos «pesados» (minería, construcción, siderurgia), sino que es un elemento de fatiga importante, aunque menos evidente, en otros trabajos como mecanografía, enfermería, montaje de pequeñas piezas, confección textil, etc. Incluso el mantenimiento de una misma postura (de pie o sentado) durante 8 horas puede ser causa de lesiones corporales (ANAYA, 1983).

2.11.1 Definición de fatiga laboral

La fatiga laboral es un fenómeno complejo y muy común en los ambientes de trabajo especialmente en aquellos que requieren de una alta carga física y en los que son utilizadas complicadas tecnologías que presentan al hombre máximas exigencias, obligándolo a trabajar más allá de sus posibilidades psicofisiológicas y en condiciones muchas veces nocivas (RODAHL, 1985).

Se encontró, por ejemplo, que Houssay y otros (1) la definen como: "Una pérdida transitoria de la capacidad para ejecutar un trabajo, consecutiva a la realización prolongada del mismo". Al expresar que es una "pérdida transitoria" indica que la capacidad para trabajar puede recuperarse al cesar la actividad. Si no es así, es decir, si no se toma el debido descanso en forma oportuna en busca de la recuperación psicofisiológica, dejaría de ser una fatiga o cansancio normal y entraría en un estado patológico (HOUSSAY, 1971).

Desde el punto de vista de Arriaga (2) la fatiga es "Un factor complejo que comprende los cambios fisiológicos que experimenta el cuerpo humano como consecuencia de las sensaciones de cansancio de los operarios que provocan consecuentemente una disminución de la eficacia en los resultados de su trabajo". Como se observa, el autor se refiere a la fatiga solamente desde el punto de vista fisiológico general, sin tener en cuenta los cambios psicológicos que ocurren y que se expresan con sensaciones subjetivas de malestar e inconformidad (ARRIAGA, 1980).

Esto puede ocurrir dada la mayor facilidad para objetivar la presencia de fatiga a través de mediciones, por ejemplo, de gasto energético y relacionarlo con la actividad muscular y ésta a su vez con la duración e intensidad del trabajo. La fatiga como tal, se diferencia del estrés que es una reacción neuro psíquica que le permite al individuo adaptarse a las diversas circunstancias del trabajo y de la vida en general.

La fatiga laboral es un fenómeno inherente al proceso salud- enfermedad, al que contribuyen factores de diversa índole. Los factores provenientes del trabajo y las condiciones en que éste se desarrolla, lo mismo que las formas de emplear las capacidades físicas y psíquicas del trabajador, tienen una gran influencia sobre el cuerpo y la mente, de tal manera que determinan los modos de fatigarse.

Según la opinión de algunos autores, pueden presentarse diversas formas de fatiga como consecuencia del trabajo:

2.11.2 Fatiga normal o fisiológica

Es aquella que aparece después de un esfuerzo acorde con las capacidades del organismo. En este caso la fatiga es reversible, es decir, desaparece con el reposo.

2.11.3 Fatiga patológica

Aparece cuando el trabajo es excesivo de tal manera que provoca alteraciones que no ceden fácilmente con el descanso.

2.11.4 Fatiga aguda

Es la que ocurre después de un trabajo intenso o prolongado pero que es eliminada mediante el reposo.

2.11.5 Fatiga crónica o surménage

Es la que persiste en gran parte después de un descanso reparador. Puede llegar a un estado de fatiga crónica no reversible y acumular tanta ansiedad que lleve el riesgo de un desenlace fatal como el infarto del miocardio.

Douglas (6) menciona también él es forzamiento como un estado avanzado de fatiga en el cual se presenta malestar general, anorexia, alteraciones renales como proteinuria o albuminuria acompañada de hematuria y cilindruria, trastornos del aparato circulatorio y muerte por insuficiencia cardíaca (DOUGLAS, 1978).

2.11.6 Fatiga psíquica

Considerada como un fenómeno no reversible, por lo que se convierte en un proceso crónico que está relacionado con cuadros de patología mental. Aparece como resultado de la

ejecución de tareas repetitivas, parcelarias y monótonas, de la coerción de jerarquías autoritarias, inadecuada retribución por el trabajo, etc.

2.11.7 Fatiga nerviosa

Los psicólogos y psiquiatras de la Escuela Francesa de Le Guillan, han identificado y agrupado los trastornos de la fatiga nerviosa así: Síndrome subjetivo común de la fatiga nerviosa; Trastornos del humor y del carácter; Trastornos somáticos y viscerales; Trastornos del sueño.

2.11.8 Fatiga profesional

Bajo la condición de realizar estudios en grupos de trabajadores, Desoille y otros (3) opinan que se pueden llegar a la fatiga que ellos califican como profesional. Se requiere observar ciertos trastornos con una frecuencia anormalmente elevada, numerosos accidentes y un ausentismo excesivo. Es necesario además hacer un estudio de las condiciones de trabajo y del ambiente laboral (DESOILLE, 1886).

2.12 Esfuerzo muscular

Entre las actividades llevadas a cabo desde la ergonomía es importante estudiar las características y el contenido del trabajo (intensidad necesaria, tipo de esfuerzo, grupos musculares implicados, posturas que deben emplearse), condiciones ambientales (ruido, calor, vibraciones), y también las características individuales.

La carga física de trabajo es el conjunto de requerimientos físicos a los que se ve sometida la persona a lo largo de la jornada laboral. Supone la realización de esfuerzos.

Todo trabajo físico requiere el consumo de energía tanto mayor sea el esfuerzo solicitado. Al consumo de energía como consecuencia del trabajo se le denomina metabolismo de trabajo.

Respecto al consumo de energía admisible para una actividad física profesional y repetida durante años el metabolismo de trabajo debe ser de 2000-2500 Kcal. /día. Si se supera ese valor el trabajo se considera pesado. Se consideran dos tipos de esfuerzos musculares: Esfuerzo muscular estático y esfuerzo muscular dinámico (BRONCANO, 2015).

2.12.1 Esfuerzo muscular estático.

Es aquel en que la contracción muscular es continua, mantenida durante un tiempo, por ejemplo, contracciones isométricas.

2.12.2 Esfuerzo muscular dinámico.

Se produce por una sucesión periódica de contracción y relajación muscular periódica (contracción muscular isotónica).

Estas acciones requieren de elementos energéticos y oxígeno para realizarse y producen residuos que se deben evaluar.

2.12.3 Fatiga muscular.

La fatiga muscular es la disminución de la capacidad física del individuo después de haber realizado un trabajo durante un tiempo determinado. Es un fenómeno complejo que se caracteriza porque el operario baja el ritmo de actividad, nota cansancio, los movimientos se hacen más torpes e inseguros, se acompaña de malestar e insatisfacción y una bajada del rendimiento tanto en cantidad como en calidad (BRONCANO, 2015).

2.12.4 Factores locales que provocan la fatiga muscular.

Durante un trabajo isométrico la máxima fuerza de contracción se puede mantener durante unos segundos. Una fuerza de contracción que represente el 10-15% de la máxima fuerza de

contracción se puede mantener de forma indefinida. Tradicionalmente se considera que la fatiga muscular está relacionada con la irrigación sanguínea muscular. Al mismo tiempo se producen elementos de desecho (CO₂, ácido láctico, etc.) como resultado de la combustión de nutrientes para liberar energía. Esos desechos se deben eliminar por sangre.

Cuando hay esfuerzo estático, conforme aumenta la fuerza es más difícil el aporte sanguíneo al músculo porque el músculo comprime los vasos sanguíneos de su interior y disminuye, o incluso anula, el riego sanguíneo. La falta de O₂ que se produce en esta situación lleva a la utilización de la vía anaeróbica y se utilizan reservas de glucógeno hasta que llegan a agotarse, esto lleva a la producción de ácido láctico. Los residuos de este proceso que no se pueden eliminar producen la fatiga muscular (CHAUCHARD, 1971).

2.13 Antropometría

La antropometría proviene del griego antropos (humano) y métricos (medida), es la disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano y estudia las dimensiones considerando como referencia las estructuras anatómicas, esto es, que nos ayuda a describir las características físicas de una persona o grupo de personas, y sirve de herramienta a la ergonomía con la finalidad de adaptar el entorno a las personas.

La antropometría puede ser estática o dinámica, la primera es el estudio de las medidas estructurales del cuerpo humano en diferentes posiciones sin movimiento y segunda corresponde al estudio de las posiciones resultantes del movimiento y está ligada a la biomecánica. La antropometría y los campos de la biomecánica afines a ella tratan de medir las características físicas y funciones del cuerpo, incluidas las dimensiones lineales, peso, volumen, movimientos, etc., para optimizar el sistema hombre – máquina - entorno (MONDELO, 2000).

Un principio ergonómico es adaptar la actividad a las capacidades y limitaciones de los usuarios y no a la inversa como suele ocurrir con frecuencia. La producción masiva ha estimulado el diseño de útiles y espacios de actividad ergonómicos en todos los aspectos de la vida, por lo que

la aplicación sistemática de la ergonomía debe producir una adaptación conveniente de las máquinas a las personas. El uso industrial de la antropometría es el diseño o rediseño de la estación de trabajo, de aquí la importancia de conocer las características físicas de las personas para estar en posibilidad de diseñar estaciones de trabajo ergonómicas (Mondelo, 2000).

2.14 Medidas antropométricas

Peso (P) Se mide con una balanza, sin que el sujeto vea el registro de la misma. Se anota el peso del sujeto en Kg. con, al menos, una décima de kilo, aunque es recomendable una precisión de ± 50 gr.

Talla (T o H) Se mide con el tallímetro o el antropómetro y es la distancia del suelo al vértex. El sujeto debe estar de pie, con los talones juntos y los pies formando un ángulo de 45° . Los talones, glúteos, espalda y región occipital deben de estar en contacto con la superficie vertical del antropómetro. El registro se toma en cm, en una inspiración forzada el sujeto y con una leve tracción del antropometrista desde el maxilar inferior, manteniendo al estudiado con la cabeza en el plano de Frankfort.

Talla Sentado (Ts). Es la distancia desde el vértex a la superficie horizontal donde está sentado el sujeto, expresada en centímetros. Se puede tomar la altura desde el suelo al banco y luego restar la altura del banco, o bien, tomar la altura desde el banco al vértex directamente (Figura 24). El ángulo entre piernas y tronco debe ser de 90° . La espalda y la cabeza deben de estar verticales y se realiza la medición durante una inspiración forzada y con la cabeza en el plano de Frankfort. El resultado se registra en cm.

Envergadura: Es la mayor distancia entre los puntos del dedo medio de la mano derecha y la izquierda expresada en centímetros. Para ello se anima al sujeto que alcance la máxima distancia posible entre los dos dedos. Se registra con un antropómetro o una cinta métrica fijada a la pared y paralela al suelo.

2.14.1 Alturas

Son las distancias que existen entre el punto anatómico que las define y el suelo cuando el sujeto se encuentra en la posición anatómica. Se mide con el antropómetro y se expresan en centímetros. Las más usuales son las siguientes:

Acromial (Ac) Es la distancia desde el punto acromial al plano de sustentación.

Radial (Rd). Es la distancia desde el punto radial al plano de sustentación.

Estiloidea (Et). Es la distancia desde el punto estiloideo al plano de sustentación.

Dedal ó Dactilar (Dd) Es la distancia desde el punto dedal medio al plano de sustentación.

Ileoespinal (Il) Es la distancia desde el punto ileoespinal al plano de sustentación. A veces se considera la longitud de la extremidad inferior.

Trocantérea (Tr) Es la distancia desde el punto trocantéreo al plano de sustentación.

Tibial lateral (Tb). Es la distancia desde el punto tibial lateral al plano de sustentación.

Maleolar Tibial (Mt). Es la distancia desde el punto maleolar tibial al plano de sustentación.

Maleolar Peroneal (Mp). Es la distancia desde el punto maleolar peroneal al plano de sustentación.

2.14.2 Longitudes

De las diferentes alturas se pueden extraer indirectamente varias longitudes, aunque también se pueden obtener directamente midiendo con el antropómetro, obteniéndose una medición expresada en centímetros. De ellas, podemos destacar:

L. Extremidad Superior 1 (Ac - Dd). Es la distancia entre el punto acromial y el dedal. Se obtiene de la diferencia entre la altura acromial y el dedal medio, aunque en la práctica, para evitar el error de las mediciones, se toma directamente con un antropómetro o una cinta antropométrica (mejor si es una cinta Lufkin).

L. Extremidad Superior 2 (Ac - Et). Es la distancia entre el punto acromial y el estiloideo. Se obtiene de la diferencia entre la altura acromial y la estiloidea.

L. Brazo (Ac - Rd). Es la distancia entre el punto acromial y el radial. Se obtiene de la diferencia entre la altura acromial y la radial.

L. Antebrazo (Rd - Et). Es la distancia entre el punto radial y el estiloideo. Se obtiene de la diferencia entre la altura radial y la estiloidea.

L. Mano (Et - Dd). Se obtiene de la diferencia entre la altura estiloidea y el dedal. Directamente se obtiene con la distancia entre el punto medio estiloideo y el dedal medio, para ello el sujeto deberá tener la mano en supinación.

L. Extremidad Inferior (T - Ts) *. Es la diferencia entre la talla y la talla sentado. Sin embargo, en algunos libros se considera esta longitud la altura ileocrestal o la altura trocánterea.

L. Muslo 1 (T - Ts - Tb). Es resultado de restar a la talla del sujeto la talla sentado y la altura tibial.

L. Muslo 2 (Tr - Tb). Se obtiene de la diferencia entre la altura trocánteres y la tibial. Si se mide de manera directa será la distancia entre el punto trocántereo y el tibial.

L. Tibia: Es la medición directa desde el punto tibial medial al punto maleolar tibial. Para medirla el sujeto cruza la pierna derecha sobre la izquierda dejando la cara medial de la pierna en la horizontal.

2.14.3 Pliegues cutáneos

Son el reflejo del tejido adiposo subcutáneo del sujeto. Al tomar los pliegues registramos el espesor de una capa doble de piel y del tejido adiposo subyacente y se expresa en milímetros. Los pliegues se miden con el plicómetro y, a la hora de realizar la medición, hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

Los pliegues más comunes son:

I. Subescapular (*). Está situado a dos centímetros del ángulo inferior de la escápula, en dirección oblicua, hacia abajo y hacia fuera, formando un ángulo de 45° con la horizontal. Para realizar esta medida, se palpa el ángulo inferior de la escápula con el pulgar izquierdo, situamos en ese punto el dedo índice y desplazamos hacia abajo el dedo pulgar rotándolo ligeramente en el sentido horario, para así tomar el pliegue de manera oblicua a 45° con la horizontal.

Pl. Bíceps. Está situado en el punto medio acromio-radial, en la parte anterior del brazo. El pliegue es vertical y corre paralelo al eje longitudinal del brazo.

Pl. Pectoral. Está localizado en la línea que une la axila con el pezón. Es el punto más próximo al faldón axilar y oblicuo hacia abajo. Se toma en el mismo lugar en ambos sexos.

Pl. Axilar Medio. Está localizado en la línea axilar media, a la altura de la articulación de la apófisis xifoides con el exterior, o a nivel de la 5ª costilla. El sujeto deberá abducir ligeramente el brazo para poderse realizar la medición.

Pl. Ileocrestal. Está localizado justo encima de la cresta iliaca, en la línea medio axilar. El pliegue corre hacia delante y hacia abajo, formando un ángulo aproximado de 45° con la horizontal. El sujeto debe colocar su mano derecha a través del pecho.

Pl. Supraespinal o Suprailiaco anterior. Está localizado en la intersección formada por la línea del borde superior del fleon y una línea imaginaria que va desde la espina ilíaca antero-superior derecha hasta el borde axilar anterior. Se sigue la línea natural del pliegue medialmente hacia abajo, formando un ángulo aproximado de 45° con la horizontal. En adultos este punto suele estar entre unos 5-7 cm por encima de la espina iliaca antero-superior.

Pl. Abdominal. Está situado lateralmente a la derecha, junto a la cicatriz umbilical en su punto medio. El pliegue es vertical y corre paralelo al eje longitudinal del cuerpo (40). No se debe poner la cicatriz umbilical cuando tomamos el pliegue

Pl. Muslo Anterior. Está localizado en el punto medio de la línea que une el pliegue inguinal y el borde proximal del rótulo, en la cara anterior del muslo. El pliegue es longitudinal y corre a lo largo del eje mayor del fémur. Hay distintas formas de tomar este pliegue. Se le puede pedir al sujeto que se siente, o que extienda la pierna, apoyando el pie en un banco manteniendo la rodilla flexionada. En cualquier caso, lo más importante es que el cuádriceps esté relajado. En algunos casos, cuando el pliegue es muy grande, cuando existe mucho tono muscular en el cuádriceps, o cuando existe mucha sensibilidad o dolor en la zona, se le puede pedir al sujeto que se sujete él mismo el pliegue mientras se realiza la medición.

Pl. Pierna Medial. Está localizado a nivel de la zona donde el perímetro de la pierna es máximo, en su cara medial. Es vertical y corre paralelo al eje longitudinal de la pierna. Para realizar la medición el sujeto podrá estar sentado, o de pie con la rodilla flexionada en ángulo recto y la pierna completamente relajada (apoyada sobre el banco antropométrico).

2.14.4 Diámetros

Son distancias entre dos puntos anatómicos expresadas en centímetros. Se miden con un gran compás, un antropómetro, ó un parquímetro, en función de la magnitud del mismo y su localización. Los más importantes son:

D. Biacromial. Es la distancia entre el punto acromial derecho y el izquierdo. Se toma por detrás del estudiado y con las ramas del gran compás o el antropómetro formando un ángulo de 45° con la horizontal.

D. Transverso del Tórax. Es la distancia entre los puntos más laterales del tórax a nivel de la cuarta costilla (punto mesoesternal). El antropometrista se sitúa delante del estudiado, que estará con el tronco extendido. La medida se toma al final de una espiración normal, no forzada. Esta medida puede variar si se coloca el gran compás en un hueco intercostal. Lo ideal sería localizar las ramas del compás o el antropómetro sobre la costilla más próxima al nivel de la cuarta costilla en la articulación condroesternal.

D. Antero-posterior del tórax. Es la distancia entre el punto mesoesternal del tórax y el proceso espinoso de la columna situado a ese nivel. Para tomarlo, el antropometrista se sitúa en el lado derecho del sujeto. La medida se toma en una espiración no forzada.

D. Biileocrestal. Es la distancia entre los puntos ileocrestales derecho e izquierdo. El antropometrista deberá situarse de frente al estudiado.

D. Bicondíleo de fémur. Es la distancia entre el cóndilo medial y lateral del fémur. El sujeto estará sentado, con una flexión de rodilla de 90°, y el antropometrista se coloca delante de él. Las ramas del calibre miran hacia abajo en la bisectriz del ángulo recto formado por la rodilla.

D. Bimaleolar. Es la distancia entre el punto maleolar tibial y peroneo. La articulación del tobillo tiene que tener 90° de flexión. Se toma de manera oblicua, pues ambos maléolos están a distinta altura.

Longitud del pie. Es la distancia entre los puntos anterior (Calcáneo ó Pternion) y posterior del pie (Anterior del Pie ó Akropodion).

D. Transverso del pié. Es la distancia entre el punto metatarsiano tibial y peroneal.

D. Biepicondileo de húmero. Es la distancia entre el epicóndilo y la epitroclea del húmero. El sujeto deberá ofrecer al antropometrista el codo en supinación y manteniendo en el mismo una flexión de 90°. Las ramas del calibre apuntan hacia arriba en la bisectriz del ángulo formado por el codo. La medida es algo oblicua, debido a que la epitroclea suele estar en un plano algo inferior al epicóndilo.

D. Transverso de la mano. Es la distancia entre el punto meta-carpiano lateral y medial.

2.15 Percentiles

Los datos antropométricos se expresan generalmente en percentiles. Un percentil expresa el porcentaje de individuos de una población dada con una dimensión corporal igual o menor a un determinado valor.

El percentil es una medida de posición. Si dividimos una distribución en 100 partes iguales y se ordenan en orden creciente de 1 a 100, cada punto indica el porcentaje de casos por debajo del valor dado. Es decir, que son valores que comprenden a un porcentaje determinado del conjunto de la distribución. Así, el percentil 25 (P25 ó P₂₅) corresponde a un valor tal que comprende al 25% del conjunto de la población cuya distribución se considera; es decir, el 25% de los individuos de la población considerada tiene, para la variable de que se trate, un valor inferior o igual al P25 de esa variable.

Como es de esperar, el P50 se corresponde con la mediana de la población. Si la distribución es Normal pura, también se corresponde con la media y la moda. El concepto de percentil es muy útil ya que nos permite simplificar cuando hablamos del porcentaje de personas

que vamos a tener en cuenta para el diseño. Por ejemplo, cuando nos referimos a la talla y hablamos del P5, éste corresponde a un individuo de talla pequeña y quiere decir que sólo un 5% de la población tienen esa talla o menos. Si nos referimos al P50, lo que decimos es que por debajo de ese valor se encuentra la mitad de la población, mientras que cuando hablamos del P95, se está diciendo que por debajo de este punto está situado el 95% de la población, es decir, casi toda la población.

Los percentiles más empleados en diseño ergonómico son el P5 y el P95, es decir, que se proyecta para un 90% de los usuarios. Sin embargo, cuando se trata de garantizar la seguridad del usuario, se emplean los P1 y P99 que cubren a la mayor parte de la población (sólo deja fuera un 2%). Normalmente se utiliza el P5 para los alcances y dimensiones externas, mientras que para las dimensiones internas se emplea el P95 (con la finalidad de que quepan las personas de mayor tamaño) (Cabello, Antropometría, 2018).

2.16 Marco referencial

Según Manuel Gutiérrez. En su artículo “Estudio antropométrico y criterios ergonómicos para la evaluación y el diseño de mobiliario escolar” publicado en 1992, señala que los trastornos musculo-esqueléticos afectan a una gran proporción de la sociedad. Al respecto, Mandal sostiene que más de 50% de la población mundial sufre de dolor de espalda en algún periodo de su vida. En este artículo se propone el estudio de los diferentes niveles (Grado estudiantil) en el colegio en el que se realiza el estudio, para así tener estandarizado cada nivel y diseñar mobiliario que cumpla con cada uno de los grados estudiantiles.

Según la revista de salud de los adolescentes en 1999 en su artículo llamado “Desajuste en los muebles del aula y dimensiones del cuerpo del estudiante” señala que, durante la última década, la investigación en ergonomía ha dado lugar a mayor interés en la tecnología de trabajo y muebles de diseño basado en la biomecánica del cuerpo humano. El debate, basándose en el trabajo temprano en el campo de Branton y Keegan, ha sido especialmente activo en relación con las recomendaciones de los nuevos principios para el diseño de sillas y mesas en el lugar de trabajo.

Sin embargo, poco se ha mostrado interés en el lugar de trabajo más grande de todos: la escuela. Los escolares tienen un riesgo especial para el sufrimiento.

Según María Párraga V. en su artículo “Diseño correcto de las estaciones de trabajo” publicado en agosto del 2003, señala que, en la industria el trabajador ejecuta tareas muy especiales. Para la ejecución de estas es necesario, en muchos casos, la adopción de posturas agresivas, así como el manejo y transporte de cargas pesadas, esto obliga a una reacción del sistema músculo esquelético que, en ocasiones, puede resultar en desordenes de tipo físico; lesiones. En el artículo citado anteriormente se muestra un análisis del puesto de trabajo como también características que se deben de cumplir para determinar que las áreas sean correctas para el trabajador. Por último, menciona que, un diseño correcto no puede alcanzar sus objetivos si no se logra la participación del trabajador en la toma de conciencia que muchas lesiones pueden evitarse con la adopción de posturas adecuadas. Aun cuando se implemente mejoras en las condiciones de trabajo muchas veces resulta muy difícil eliminar los esfuerzos desplegados por el personal esto puede deberse a las propias características de la tarea que implica posturas complejas y grandes esfuerzos.

Según Alejandra Corinne Ramos Flores en su trabajo “Estudio de factores de riesgo ergonómico que afectan el desempeño laboral de usuarios de equipo de cómputo en una institución educativa” realizado en 2007, menciona que son dos tipos de factores en los que se ve expuesto el usuario: el primero tiene relación con el mobiliario (especialmente sillas y mesas de computadora), y el segundo tiene que ver con el medio ambiental (ventilación e iluminación), así como el área disponible del trabajador.

Según Esperanza Valero Cabello del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en su trabajo llamado “Antropometría” del 2012 señala que la ergonomía se trata de organizar y diseñar los puestos de trabajo determinando los espacios necesarios para desarrollar la actividad de manera que la persona pueda desarrollar su trabajo realizando todos los movimientos requeridos por la tarea sin verse expuesta a posibles riesgos derivados de la falta de espacio.

Según Fernando Camelo Pérez en su artículo “Metodología para la accesibilidad en el espacio físico de los puestos de trabajo. Una perspectiva desde el diseño y la ergonomía

participativa” publicado en diciembre del 2013, menciona que la ergonomía se fundamentó en la aplicación de conceptos por McCormick(1981), cuenta las características de rendimiento y capacidad funcional para determinar los requerimientos de diseño; dicha orientación se fortalece con el empleo de la ergonomía participativa, basada como indica Lewis(1988) receptores pasivos de la intervención, como crea un ambiente propicio para lograr como la posibilidad de que cualquier persona, independientemente de su condición personal, así pues, con estas orientaciones, se considera al diseño como una herramienta que favorece la creación de ambientes adecuados de trabajo que permiten la superación de barreras de movilidad y comunicación, promoviendo el desempeño adecuado de habilidades y capacidades.

Según Norberto Enrique Camargo Cea (UAM, México) en su artículo “La enseñanza de la ergonomía en México” publicado en el 2013, señala que la ergonomía involucra su enseñanza en los centros de estudio superiores, particularmente en las licenciaturas de diseño Industrial, ingeniería Industrial y administración.

Según José Orlando Gomes en su artículo “El papel de la ergonomía en el cambio de las condiciones de trabajo: perspectivas en américa latina” publicado en el 2014, urgente crear políticas públicas que fomenten la aplicación de medidas ergonómicas para productos y procesos, al igual que es importante evitar las equivocaciones que pueden conducir a la aplicación no sistémica de estas dimensiones, ya sea en la aplicación de las normas y en la estructuración de los órganos del Estado, para dar cuenta de la vigilancia, el seguimiento, el castigo de la no aplicación de la ergonomía para mejorar la condición de vida y de trabajo de la población latinoamericana.

Según Leonardo Emiro Contreras Bravo ingeniero en materiales y procesos de manufactura en su reporte “Propuesta de diseño de mobiliario para laboratorios informáticos de la facultad de ingeniería de la universidad distrital francisco José de caldas” publicado en el 2014, menciona el uso de una metodología llamada “Despliegue de la función de calidad” (QFD, Quality Function Deployment) que utilizan para determinar los principales parámetros con que debería contar el mobiliario y el proveedor con la opción más cercana a satisfacerlos.

Según John R. Wilson, en la revista *el sevier* publicado en 2014, llamado “Fundamentos de factores ergonómicos/humanos” señala que la ergonomía tiene que ver con un tipo de sistema y los factores humanos los otros, y para evitar las complicaciones de cualquier confusión entre la ergonomía / factores humanos sistemas de pensamiento y los sistemas humanos de integración o la integración de los factores humanos (ref), la ergonomía plazo / factores humanos y la abreviatura e / HF se utiliza en todo, lo que denota la naturaleza única de la disciplina.

Según Salvador Pérez, José Méndez y Ariadne Jiménez en su artículo “Análisis y optimización de estaciones de trabajo, con enfoque ergonómico para el aumento de la productividad y disminución de riesgos laborales” publicado en el 2014, señala que cuando el hombre empezó a interactuar con el ambiente, se ha topado con un sinnúmero de problemas para “ajustarse” a las demandas de su mundo físico, se ha reducido la productividad y se han cometido errores en innumerables casos. Las demandas del ambiente han sido enormes, de modo que las necesidades y las habilidades del ser humano han quedado en segundo término. También señala que la ergonomía es la parte del estudio del trabajo que, con la utilización de conocimientos anatómicos, fisiológicos, psicológicos, sociológicos y técnicos, desarrolla métodos para la determinación de los límites que no deben ser superados por el hombre en las distintas actividades laborales. La ergonomía es la adaptación del medio al hombre. Se aplica en todo el entorno del hombre, en el trabajo, en el hogar, en el transporte, en el deporte, etc. La ergonomía en el trabajo, se suele también definir como humanización del trabajo o confort laboral.

Según el manual de medidas antropométricas propuesto por el instituto regional de estudios en sustancias tóxicas programa salud, trabajo y ambiente en américa central 2014, señala que el campo de la salud y seguridad en el trabajo y de la ergonomía, la antropometría permite establecer algunos métodos y variables que unen los objetivos de diferentes campos de aplicación para caracterizar las relaciones espaciales y cómo determinan en la salud y la seguridad. La ergonomía utiliza los datos antropométricos para diseñar espacios de trabajo, herramientas, equipos de seguridad y protección personal, considerando las diferencias entre las características, capacidades y límites físicos del cuerpo humano.

Según Patricia López Cózar en su trabajo “Ergonomía aplicada al aula” en el 2015 señala que, La Organización Mundial de la Salud define “la salud” como el estado de bienestar físico, mental y social completo, y no meramente la ausencia de daño o enfermedad. Es importante resaltar la importancia que tiene el lograr el equilibrio de estas tres dimensiones en cada individuo. También menciona que, el aumento de las horas que el alumnado pasa ante el ordenador puede provocar dolores de espaldas cuando no se tiene un mobiliario adecuado o si se comparte el mismo monitor, lo que implica que no puedan mirar de frente, sino que tengan que girar el cuerpo para ver la pantalla, es por ello, que se debe aplicar un estudio ergonómico para minimizar problemas físicos.

Según el libro de prevención de riesgos en los lugares de trabajo en el capítulo llamado “Esfuerzo físico y postural” (2015), señala que la realización de movimientos rápidos de forma repetida, aun cuando no supongan un gran esfuerzo físico (por ejemplo, empaquetado, mecanografía), el mantenimiento de una postura que suponga una contracción muscular continua de una parte del cuerpo (por ejemplo, mobiliario o herramientas inadecuadas), o la realización de esfuerzos más o menos bruscos con un determinado grupo muscular (por ejemplo, amasar) y la manipulación manual de cargas, pueden generar alteraciones por sobrecarga en las distintas estructuras del sistema osteomuscular al nivel de los hombros, la nuca o los miembros superiores.

Según Sofia Parra Bernal g. en su trabajo “Fundamentos teórico-ergonómicos para el desarrollo del mobiliario escolar en menores de 2 a 5 años de edad en estado de vulnerabilidad social” realizado en 2015 en la Universidad católica de Pereira, facultad de diseño y arquitectura, señala aplicaciones importantes de la ergonomía en el ámbito educativo. El trabajo hace mención en el mal uso en el empleo de un mobiliario escolar inadecuado, así como la insuficiencia de implementos y herramientas en las instituciones educativas de nuestro país; esto a razón de la demanda presentada y constatada en los muebles escolares, ésta es en gran parte de los casos, suplida con escasos recursos suministrados por las mismas instituciones, proporcionando en muchos casos, diferentes tipos y tamaños de mobiliario escolar, que en la mayoría de veces pasan de generación en generación sin presentar cambio alguno, usados por décadas, generando un desgaste del material y desajuste de medidas que son distantes a las reglamentarias en las practicas ergonómicas.

Según Luz Ángela Téllez Chavarro en su artículo “Diseño de puesto de trabajo para la fabricación de eslingas de cable de acero” publicado en abril del 2015, menciona algunos informes sobre enfermedades que ocurren en Colombia en los años 2001-2002 y 2003-2004 los cuales se reportaron como las principales enfermedades diagnosticadas el síndrome de túnel del carpo y la lumbalgia, que junto con otras relacionadas con el sistema osteomuscular corresponden al 74% del total de las enfermedades, lo que indica que las áreas de trabajo deben de estar ergonómicamente aptas para poder minimizar dichas enfermedades. Sin embargo, en el periodo 2009–2012 se observó un incremento en el reconocimiento de enfermedades de origen laboral del 42% con un componente principal derivado de los trastornos músculo esqueléticos con un 88%. La segunda encuesta nacional de condiciones de seguridad y salud en el trabajo en el Sistema General de Riesgos Laborales, publicada en el 2013, reporta que los movimientos repetitivos de manos y/o brazos realizados la mayoría del tiempo ocupan un 18,69% y realizados todo el tiempo con un 31,40%, mientras las posiciones que pueden producir cansancio o dolor en algún segmento corporal que ocupan la mayoría del tiempo 17,24% y que son realizados todo el tiempo el 25,48%.

Según Norberto Enrique Camargo Cea en su artículo “Diseño industrial y ergonomía” (2018), señala que, el diseño industrial antecede a la ergonomía en el tiempo y es en parte por esta razón que el acoplamiento de ambas disciplinas, aunque tienen múltiples esferas de acción comunes, no es enteramente obvia a pesar de la importancia que esto reviste. Menciona que, la humanización de los productos y de los centros de trabajo requiere de la participación complementaria del diseño industrial y de la ergonomía, sin soslayar el papel de la ingeniería industrial, la administración y otras disciplinas como la medicina, la psicología, etc. La comprensión de la dimensión antropométrica, fisiológica, biomecánica, ambientales, psicológica, sociocultural y otras, se alcanza con la aplicación de las técnicas metodológicas de la ergonomía.

Capítulo III. Metodología

En este trabajo se realizará una investigación en el área de métodos de la nave industrial ubicada dentro de las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de Misantla (ITSM) para averiguar el estado actual del mobiliario, es decir, si reúne o no, las dimensiones antropométricas correctas del alumno para ser utilizadas en actividades de manera que minimicen daños físicos, también información sobre aspectos que se deben tomar en el diseño del mobiliario, situación actual, así como información sobre antropometría, para así tomar decisiones necesarias para presentar una propuesta y con ello aportar un mobiliario con las dimensiones correctas en el área estudiada.

3.1 Declaración de la metodología

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizan tres tipos de estudio, el exploratorio, para investigar sobre la existencia de algún trabajo relacionado con el tema. El segundo es el estudio descriptivo que arroja información acerca de si hay satisfacción o no en los estudiantes acerca del actual mobiliario estudiado, y por tercero, un estudio explicativo el cual permitiría entender el problema que está ocurriendo en el área de métodos de la nave industrial del ITSM, para así determinar un diseño correcto y proponer un diseño eficaz.

El diseño de este mobiliario se realizará con el apoyo de investigaciones ya antes realizadas, en libros consultados, tesis relacionadas con este tema estudiado, sitios de internet y estudiantes que actualmente son los que ocupan el actual mobiliario.

1. Elaborar los diagnósticos necesarios en el área de métodos.
2. Revisión del estado del arte en el marco contextual del entorno.
3. Contrastar lo que dice la literatura y los elementos con que se cuenta actualmente en el área de métodos.
4. Requerimientos y conocimientos mínimos necesarios para desarrollar el diseño antropométrico del mobiliario.

5. Implementar el diseño antropométrico en el área de métodos de la nave industrial del ITSM.

3.1.1 Elaborar los diagnósticos necesarios en el área de métodos.

Para realizar un diagnóstico más completo del proyecto, se realizará un layout con el objetivo de obtener información de tal manera que permita conocer aspectos que den a conocer cómo se encuentra distribuida el área de métodos de la nave industrial.

3.1.1.1 Layout

La palabra Layout sirve para hacer referencia al esquema que será utilizado y cómo están distribuidos los elementos y formas dentro de un diseño. Si bien no existe una cosa concreta y única a la que referirse como layout, por lo general con dicho término se hace alusión a la planificación previa (también “setting”, del inglés) que se hace de una cosa o un proyecto, para que sus parámetros puedan ser medidos, supervisados o modificados a tiempo. Todo diseño gráfico presenta un entramado visual, un orden mínimo de asignación y distribución de los elementos gráficos en el espacio dado (una hoja, un monitor, etc.), y que a menudo determina relaciones lógicas, causales o de interpretación del mensaje.

Dado esta información antes dada hacemos uso de esta herramienta para identificar el área la cual estamos estudiando, como ayuda para resolver nuestro problema del área de métodos podemos hacer un diseño con el que se cuenta dentro de la nave industrial.

3.1.2 Revisión del estado del arte en el marco contextual del entorno.

El análisis ergonómico facilita a través de sus pautas la comprensión de todos los elementos que participan en la dinámica de un aula universitaria y las limitaciones de sus usuarios, para así determinar los factores a considerar en el espacio de trabajo que propicien la implementación de aulas cómodas para la producción y adquisición de conocimiento. (Alfaro, 2007) hace referencia que existe una relación entre diseño ergonómico, ruido y productividad y es

esencial entender la importancia de las limitaciones y capacidades para realizar las actividades en el momento.

El área de métodos de la nave industrial del ITSM, cuenta con un área de 10 x 5 metros. La cual se encuentra distribuida con espacios de trabajos tales como: mesas de trabajo, bancos, principalmente para realizar actividades escolares, de esta manera, la antropometría toma un lugar importante para el estudio que se realizara, ya que es una disciplina fundamental en cualquier ámbito laboral, tomando como relación con la seguridad como base con la ergonomía. La antropometría permite crear un entorno de trabajo adecuado permitiendo un correcto diseño de los equipos y su adecuada distribución, permitiendo configurar las características geométricas del puesto, un buen diseño del mobiliario, de las herramientas manuales, de los equipos de protección individual, etc. (Cabello, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2010)

La Antropometría es una de las áreas que fundamentan la Ergonomía y es la ciencia que se refiere a la medición de la composición, tipo y proporciones del cuerpo humano, a diferentes edades y en distintos grados de nutrición y entrenamiento, teniendo en cuenta las dimensiones lineales, el peso y el volumen del movimiento. La Antropometría trata la medida de tamaño, peso y proporción del cuerpo humano. La Antropometría es empírica en carácter y desarrolla métodos cuantitativos para medir varias dimensiones físicas (Carmen Madríz Quirós, Octubre-Diciembre 2008).

Según Manuel Gutiérrez en su artículo “Estudio antropométrico y criterios ergonómicos para la evaluación y diseño de mobiliario escolar” en 1992, hace mención que el origen de los trastornos estableció una clara asociación entre las posturas de trabajo y las consultas por diversas dolencias en el sistema esquelético muscular. Es más, hoy en día se acepta que la sobrecarga postural¹, derivada de un diseño de puestos de trabajo que no guardan relación con la función y el tamaño corporal de los usuarios, produce trastornos en músculos, articulaciones y huesos.

Según Camilo A. Turriago P, Ortopedista Infantil del Instituto Roosevelt en Bogotá, Los motivos de consulta más frecuentes en los últimos años, varían en consultas ortopédicas pediátrica referentes a casos frente al dolor de miembros inferiores, problemas posturales, rotacionales y

angulares; esto, influenciado por los factores interrelacionados con el diario vivir de una persona, iniciando desde la etapa preescolar como la primera interacción con el medio y sus elementos.

La ergonomía hace importantes aportaciones para el conocimiento y comprensión de los componentes de la problemática en la consecución de la tarea o en el cumplimiento de la función del objeto. Estos datos son primordiales para la elaboración de soluciones económicas y diseño, ya que se constituyen inequívocamente en parámetros y requerimientos para la proyección de las intervenciones ergonómicas y de los objetos de consumo. La comprensión de la dimensión antropométrica, fisiológica, biomecánica, ambientales, psicológica, sociocultural y otras, se alcanza con la aplicación de las técnicas metodológicas de la ergonomía. La ausencia de estas técnicas ergonómicas en la fase proyectual deja a la imaginación de diseñador y a su empirismo la decisión de cuestiones de vital importancia en el producto final (Camargo, 1997).

Normalmente la ergonomía aparece a menudo asociada a aspectos puramente geométricos de diseño, de tal forma que se habla de que, si tal silla es más ergonómica que otra, o aquel productor es ergonómico, etc. Sin embargo, la ergonomía es mucho más que eso. El trabajo del ergonomista es el de comprender y hacer comprender el comportamiento humano en el trabajo y en la actividad cotidiana fuera de él. Es por ello que el verdadero análisis ergonómico incluye no solo aspectos de diseño geométrico, sino también la relación que existe entre cargas físicas y mentales, el ambiente laboral y con el entorno (calor, frío, ruidos, vibraciones, iluminación, ventilación, etc.) (Fernandez, 2008).

Según la secretaria de seguridad pública en su catálogo “Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones”, volumen 3, habilidad y funcionamientos, tomo III Diseño de mobiliario revisado en el 2014, hace mención al tipo y a las características del mobiliario que se requiera en un local escolar, dice que estos estarán determinados por el nivel educativo, de acuerdo con el Catálogo de Guías de Mobiliario y Equipo del INIFED, y que se considera forma parte de estas Normas (SEP, DISEÑO DE MOBILIARIO TOMO III, 2014).

La Ergonomía, como ciencia, permite la aplicación de los conocimientos básicos para la solución de los problemas relacionados con el sistema Trabajador-Medios de producción-

Ambiente. Para ello se han desarrollado una serie de pautas metodológicas con la finalidad de conseguir una interacción adecuada y armónica entre el hombre y el conjunto de factores que están presentes en el desarrollo de cualquier actividad (Ormaza, 2015).

3.1.3 Contrastar lo que dice la literatura y los elementos con que se cuenta actualmente en el área de métodos.

El taller de la nave industrial cuenta con dos áreas específicas, una que es el área de métodos y la otra, el área de prácticas. Este estudio está centrado en el área de métodos, esta área cuenta con un espacio geográfico de 10 metros de largo y 5 metros de ancho, su espacio se encuentra distribuido con mesa de trabajo y bancos de trabajo, que ayudan al estudiante a realizar actividades escolares. De acuerdo con conceptos e investigaciones antes realizadas para la construcción de este estudio, se pudo observar que el mobiliario en el que se está enfocando si están cumpliendo de alguna forma con su objetivo que es ayudar al estudiante a realizar sus actividades, sin embargo, esto no quiere decir que las dimensiones que tiene este mobiliario sean aptas respecto a las dimensiones del cuerpo del estudiante.

En el área de métodos de la nave industrial, es evidente que las ventajas de la ergonomía al aplicarse en el mobiliario serán muy favorables, y esta se podrá reflejar en muchas formas distintas, por ejemplo, en la productividad al realizar sus actividades y en la calidad al entregar su trabajo, de esta manera habrá satisfacción con el trabajo. Una ventaja al implementar un mejor diseño del mobiliario en el área de métodos, es que minimizaría el riesgo de alguna lesión física y aumentaría la satisfacción al realizar sus actividades, de este modo, haría que las actividades dentro de esta área sean de una manera más sencilla.

Para ello, se debe tener claro uno de los objetivos que tiene la ergonomía, y es conseguir la eficiencia en cualquier actividad realizada con un propósito, eficiencia en el sentido más amplio, de lograr el resultado deseado sin desperdiciar recursos, sin errores y sin daños en la persona involucrada o en los demás. Se debe ser consiente que, el operador humano es flexible y adaptable y aprende continuamente, pero las diferencias individuales pueden ser muy grandes.

3.1.4 Requerimientos y conocimientos mínimos necesarios para desarrollar el diseño antropométrico del mobiliario.

3.1.4.1 Plan de Estudio

Se entiende como población de estudio para el proyecto a la comunidad estudiantil del Instituto Tecnológico Superior de Misantla (ITSM), mismo que cuenta con una matrícula actual de 2041 estudiantes, la oferta educativa de la institución está representada por un total de 10 carreras que son : Ingeniería Industrial, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Civil, Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicación, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería de Gestión Empresarial e Ingeniería Petrolera. La población en estudio comprendido alumnos inscritos en la carrera de ingeniería industrial en la modalidad escolarizada del ITSM específicamente, ya que son los que se están estudiando.

3.1.4.2 Delimitación del Tamaño de Muestra

Para el caso específico de estudio nos interesa la carrera de ingeniería industrial que cuenta con una matrícula de 336 estudiantes solo del sistema escolarizado del actual sistema, así mismo los alumnos de interés pertenecen al sistema escolarizado que a la fecha representan el ¿? Y que están colocados en 8 semestres o más de acuerdo con el plan y programa reticular actual.

El procedimiento por cual se seleccionan y estudian las personas en este proyecto, se llama muestreo, y solo se toman en cuenta un porcentaje de la población de estudio que da soporte a la investigación (Estadística-Mario F. Triolla, 2004).

En el caso particular del estudio se emplea el muestreo estratificado proporcional, de tal manera que cada semestre se encuentre representado en la muestra y en la proporción exacta a la frecuencia en la población actual.

En primer lugar, se obtuvo el número total de alumnos inscritos en la carrera de ingeniería industrial en el sistema escolarizado y se empleó la siguiente fórmula para la población finita y conocida con la cual se determinó el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{z_{\alpha}^2 * N * p * q}{i^2(N - 1) + z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

n: Tamaño muestral

N: tamaño de la población

p: prevalencia esperada del parámetro a evaluar

q: 1-p (si p=50%, q=50%)

i: error que se prevé cometer si es del 10%, i= 0.1

Z: valor correspondiente a la distribución de gauss $z_{\alpha=0.05} = 1.96$ $z_{\alpha=0.01} = 2.58$

Delimitar correctamente la muestra (a quien entrevistar) implica definir el elemento muestral, la unidad muestral, el alcance, el tiempo y el marco muestral. El elemento muestral es el origen de la información que se intenta medir, es la unidad acerca de la cual se solicita información. La unidad muestral es cada uno de los individuos o fuentes de la información que se pretende medir, es decir, cada uno de los posibles componentes de la muestra. El alcance supone establecer el ámbito que se pretende estudiar, viene determinado por un área geográfica.

El tiempo hace referencia al momento en el cual se va a llevar a cabo el proceso de muestreo. El marco muestral es una lista o enumeración exhaustiva de todas las unidades muestrales disponibles para su elección en alguna etapa del proceso de muestreo.

Para seleccionar el procedimiento de muestreo (como escoger a los sujetos de una muestra) es importante el conocimiento de los tipos de muestreo. Los muestreos pueden ser según Kotler por Díaz y Pons, (2010) en probabilísticos y no probabilísticos. Los muestreos probabilísticos se basan en que cada elemento de la población objeto de estudio tiene una probabilidad conocida de formar parte de la muestra, es decir, que la muestra está formada por un

fenómeno del azar y los componentes de la muestra entran a formar parte de ella, independientemente de la voluntad del investigador.

Este tipo de muestreo permite calcular el grado hasta el cual el valor de la muestra puede diferir del valor de interés en la población (error muestral), Anderson, Sweeney, y Williams, (1999) mencionan que los muestreos probabilísticos se clasifican en: muestreo aleatorio simple (cada miembro de la población tiene la misma posibilidad de ser elegido), muestreo sistemático (se selecciona al azar uno de los primeros K elementos y a continuación cada Késimo elemento), muestreo aleatorio estratificado (se divide la población en grupos de elementos tan semejantes entre si llamados estratos y se toman muestras aleatorias de cada estrato, por ejemplo, la edad), muestreo por conglomerados(se divide la población en conjuntos separados de elementos llamados conglomerados y se toman muestras aleatorias de cada grupo, por ejemplo, áreas o bloques).

Sin embargo, los muestreos no probabilísticos son aquellos en los que no se puede establecer a priori una probabilidad de los miembros del universo que puedan formar parte de la muestra, no se puede calcular el error muestral que ha ocurrido, es decir, a priori, el proceso de selección de los componentes de la muestra es subjetivo, depende de la voluntad del investigador.

Los muestreos no probabilísticos dicen Díaz y Ponz, (2010) que son: muestreos de conveniencia (el investigador selección los miembros de la población que sean más accesibles, más disponibles o que sean más favorables para obtener información), muestreo de juicio (consiste en acudir a expertos en la materia para que ayuden a seleccionar los miembros de la población que proporcionen información más precisa) y el muestreo por cuotas (trata de fijar un conjunto de condiciones que deben cumplir los individuos para formar parte de la muestra y en una fijación de cuotas en función de algunas variables de control). La determinación del tamaño de la muestra (¿cuántos entrevistar) está en función del procedimiento de muestreo seleccionado por el investigador.

3.2 Delimitación del estudio

En esta sección establece cual será el alcance del estudio, es decir se especifica hasta donde se llevará a cabo el estudio, si el estudio comprende la totalidad de la empresa o solo una parte de ella, o si solo se refiere a un tipo de producto. Así mismo esta delimitación del estudio le permitirá establecer el tiempo para la realización del mismo, la designación del equipo responsable y los recursos con los que se dispongan.

3.3 Recolección de la información

La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas u herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser las entrevistas, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo y el diccionario de datos.

Todos estos instrumentos se aplicarán en un momento en particular, con la finalidad de buscar información que será útil para la investigación.

3.3.1 Diseño de los instrumentos para la Recolección de información

Durante este periodo inicio la confección de los diferentes tipos de instrumentos de investigación, cabe mencionar que dichos instrumentos se validaran más adelante. Estos instrumentos fueron: observación, cuestionarios y mediciones antropométricas que contemplan todo lo basado en los objetivos propuestos.

3.3.2 Observación

El tipo de observación es de tipo natural porque somos menos espectadores sin intervenir en lo observado, en los estudiantes se observó su comportamiento durante las clases. Con la observación buscamos analizar diferentes aspectos, es por ello que se utiliza este instrumento con el propósito de recoger información, actitudes, etc.

Se recabo información acerca de:

- Comportamiento de estudiantes durante sus clases.
- Desempeño y actitudes de los estudiantes ante las incomodidades.

Además de todas las anotaciones para los criterios seccionados de observación en esta investigación, se realizó un registro fotográfico de las diferentes situaciones observadas, a fin de tener las relaciones plasmadas para un mejor estudio.

3.3.3 Encuesta

Para esta investigación se utilizó la encuesta a fin de recoger la información referente a las variables de actitudes y su apreciación sobre el actual mobiliario de la nave industrial, la información que se recoge con este instrumento es de gran importancia para el desarrollo de este trabajo debido a que expresa directamente el sentir de los alumnos.

El cuestionario se preparó con la finalidad de recabar toda la información necesaria y confiable, la cual permite evaluar todos los datos obtenidos para esta investigación, las personas seleccionadas para realizar el cuestionario responderían de una forma objetiva seleccionando la mejor respuesta según su opinión. El rango de evaluación fue de 1 a 5 calificando cada una de muy bueno, bueno, regular, malo y muy malo respectivamente, también sí o no, dependiendo la encuesta identificar una escala y clónica bajo la escala de Likert.

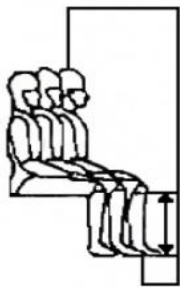
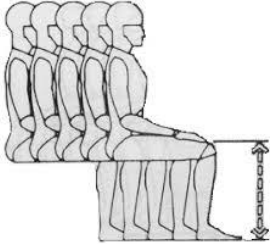
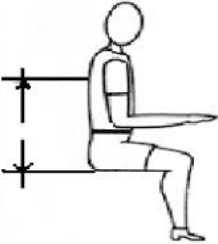
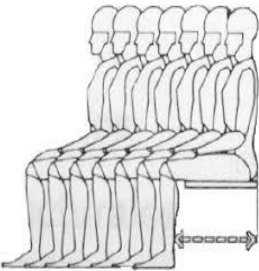
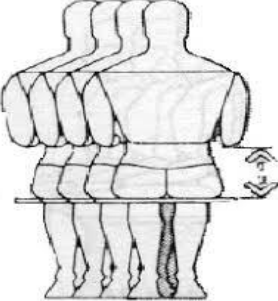
3.3.4 Medidas Antropométricas

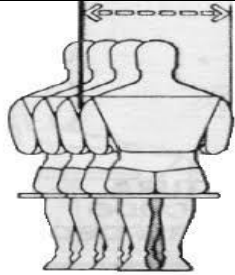
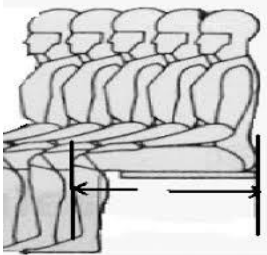
Se entiende por medición antropométrica a las mediciones que se realizan en diferentes partes del organismo. Incluyen las destinadas a determinar de forma indirecta las longitudes de algunas partes del cuerpo humano como las piernas, brazos, espaldas, etc.

En total, se realizan 8 diferentes mediciones en cada alumno seleccionado. Estas se detallan en la tabla (3.1) con su respectiva definición e importancia para el estudio.

Tabla 3. 1 Descripción de mediciones antropométricas.

Fuente: (Carmen Madríz Quirós, Octubre-Diciembre 2008).

MEDIDAS	ESQUEMA	IMPORTANCIA	DETALLES
Altura Poplítea		Muestra la altura del asiento de la silla para que los pies descansen firmes en el suelo.	Altura de los músculos flexores de la rodilla que se pueden palpar en el hueco poplíteo, por atrás de la rodilla.
Altura de la Rodilla		Define el grado de movimientos de las piernas, factor determinante para permitir la variación de la postura. Influye sobre la altura a la que se espera que trabajen las manos.	Se refiere a la distancia vertical que se toma desde el suelo hasta la rótula.
Altura del Asiento a la Base del Omoplato o Escapula		El respaldo tiene la función de ayudar a repartir el peso del cuerpo y evitar que todo sea soportado por la pelvis.	Altura desde el plano del asiento hasta el Angulo inferior de la escapula.
Distancia Nalga-Poplíteo		Define la profundidad máxima del plano de asiento, desde su parte delantera hasta el respaldo.	Distancia horizontal que se toma desde la superficie exterior de la nalga hasta la cara posterior de la rodilla.
Ancho de Caderas		Útil para establecer tolerancias en anchuras interiores de sillas.	Distancia horizontal mayor cuando el individuo mantiene su posición sentada.

<p>Anchura de Hombros</p>		<p>Determina el ancho de los respaldos de las sillas, esto permitirá la libertad de movimiento y a su vez ayuda a apoyar cómodamente la espalda.</p>	<p>Distancia horizontal máxima que se separa los músculos deltoides.</p>
<p>Distancia Nalga-Rodilla</p>		<p>Se manejan en calcular la distancia adecuada que debe separar la parte posterior del asiento de cualquier obstáculo físico o de cualquier otro elemento que se situó delante de las rodillas.</p>	<p>Es la distancia horizontal que se toma desde la superficie exterior de las nalgas y hasta la cara frontal de la rótula.</p>

3.3.4.1 Validación y Aplicación de la Encuesta

3.3.4.2 Validación

Resulta indispensable asegurarse que el cuestionario es un instrumento confiable y que presenta un riesgo mínimo en cuanto a la discapacidad de interpretación de cada una de las dimensiones deseadas, conscientes de que entre mayor sea el número de dimensiones a evaluar, se incrementa el riesgo de su error de interpretación. Una forma de medir la relación que existe entre los constructos, consiste en determinar sus coeficientes de correlación y una vez que se tiene conformada la matriz de correlación, determina el estimado del Alpha de Cronbach, el cual debe tener valores mayores que 0.8 para asegurar que una escala de medida y fiable (Díaz, Y. y Pons, R. 2010).

El estimado Alpha de Cronbach, indica hasta qué grado se relacionan entre si los elementos de un cuestionario, es decir, permite establecer la confiabilidad del instrumento de medición empleado para recabar la información del grado de satisfacción de los clientes externos (Bob E. Hayes, 1999).

Primeramente, hay que calcular el coeficiente Alpha de Cronbach para la escala en su conjunto y para las dimensiones propuestas. En caso de que los valores de este coeficiente sean los

apropiados ($\text{Alpha} \geq 0.8$), se dispondrá de un instrumento confiable. En caso de que existan problemas en la fiabilidad de la escala mediante dicho coeficiente ($\text{Alpha} < 0.8$) habrá que replantar los constructos del instrumento de medición que alcanzaron baja o nula correlación, para nuevamente volver aplicar el instrumento en una nueva muestra y volver a calcular el Alpha de Cronbach, hasta lograr obtener un resultado superior a 0.8 (Díaz, Y. y Pons, R. 2010).

Por otra parte, la validez es para conocer si lo que mide la escala es lo que verdaderamente el investigador pretende medir. Tal evaluación puede llevarse a cabo cuantificando las correlaciones del constructo en cuestión con otros constructos (Díaz, Y. y Pons, R. 2010).

De esta manera se obtiene una escala de media fiable y válida y adaptada al servicio a investigar. Para poder realizar esta prueba es necesario llevar a cabo la aplicación del instrumento a una pequeña muestra, aplicando el concepto del teorema de límite central (Anderson, David R, Dennis J. Sweeney y Thomas A. Williams, 2008) recomiendan que dicha muestra sea de por lo menos 30 personas, de esta manera se tendrá la confianza de que dicha muestra presentara una tendencia de una distribución normal.

3.3.4.3 Aplicación de la encuesta

El método de recogida de información, es decir, como debe ser contactado el sujeto a entrevistar, puede ser (Pacheco y Cruz, 2006): la encuesta por internet, la encuesta telefónica y encuesta personal. La encuesta personal es un tipo de encuesta donde existe un contacto directo entre el entrevistador y el entrevistado, en la encuesta por internet no tiene presencia un entrevistador y el cuestionario se hace llegar por correo electrónico a cada uno de los entrevistados, en la encuesta telefónica el contacto entrevistador y entrevistado se establece telefónicamente.

La encuesta personal es la más utilizada en estudios de calidad de servicio percibida por que permite un elevado índice de respuestas, se reducen respuestas evasivas, permite la aclaración de dudas, se obtienen datos secundarios mediante la observación y se evita la influencia de otras personas.

Explican (Díaz, Y. y Pons, R. 2010) que para recoger los datos a la muestra definida el investigador tiene que prepararse muy bien, este es un paso que puede estar sujeto a errores. La recogida de los datos son las acciones que tienden a localizar a las personas que deben contestar las preguntas, la gestión y administración de los cuestionarios o métodos alternativos de recogida de información y el registro de la información deseada. En la recogida de los datos deben controlarse dos tipos de errores: el error de falta de respuesta y el error de entrevista que incluye todos aquellos errores que se pueden cometer durante la entrevista. Los errores de entrevista son: inducir consciente o inconscientemente a que el encuestado de una respuesta determinada, saltarse preguntas del cuestionario, formular la pregunta alterando la redacción literal de la misma, anotar la respuesta mal dada por el encuestado y falsificar todas o algunas de las respuestas del cuestionario.

3.3.4.4 **Validación y Toma de Medidas Antropométricas**

3.3.4.5 **Toma de Medidas Antropométricas**

El procedimiento para las mediciones que se realizaran se basan en las recomendaciones de la tabla 3, que se presenta en este capítulo, con la persona que realiza las medidas ubicado a suficiente distancia que no moleste al sujeto y que le permita objetivar el valor de la medición. El instrumento de medición sostenido con la mano más hábil; por conveniencia el sujeto medido será con toques suaves, a fin de adoptar las diferentes posiciones para las mediciones, evitando que el evaluador gire alrededor del sujeto.

Se solicita un total estado de relajación muscular, evitando rigidez en los sectores corporales donde se practican las mediciones. Las mediciones corporales se practican en el lado derecho por convención internacional y por la de la misma persona que las realiza ya que se considera que es el lado preponderadamente denominaste.

3.3.4.6 Análisis e Interpretación de la Información

Una vez concluido con el proceso de aplicación de las encuestas al número de alumnos establecidos por el tamaño de la muestra estadística, se procede a procesar e interpretar la información proporcionada por las respuestas de los clientes encuestados. Dentro de los principales parámetros estadísticos que se deberán de obtener para cada constructo, se tienen: la medida muestral, la desviación estándar, el coeficiente de correlación, graficas interpretativas y el estimado Alpha de Cronbach.

En lo que respecta a los parámetros estadísticos básicos, se recomienda la utilización de un paquete estadístico como puede ser MINITAB o SSPS y para el cálculo del Alpha de Cronbach se sugiere elaborar la matriz de correlación empleando hoja de cálculo Excel.

Después de obtener la información que se requiere, se harán los análisis necesarios, se elaboraran las gráficas necesarias que nos ayuden a evaluar e interpretar lo obtenido con los instrumentos que se utilizaron, además, las gráficas nos darán una representación visual de la situación actual respecto a l mobiliario de la nave industrial. Las interpretaciones que se realicen servirán para plantear los resultados, mismo que se presentan en puntos considerando la información de las encuestas y las mediciones obtenidas, dichos resultados auxiliaran a saber acciones que se tomaran para la realización del nuevo diseño.

Para el desarrollo del análisis de la información se utilizarán los siguientes pasos:

- Información obtenida de las encuestas.
- Análisis encuestados aplicadas a los alumnos de ingeniería industrial del sistema escolarizado inscritos en el ITSM.
- Información obtenida de la toma de medidas Antropométricas.
- Análisis de las medidas antropométricas tomadas en los alumnos de ingeniería industrial del sistema escolarizado.
- Contraste de hipótesis.
- Resultados.

3.3.4.7 **Elaboración del diseño**

Con los resultados obtenidos se realizara el diseño del mobiliario de la nave industrial con la ayuda de un software de computadora (AutoCAD) utilizando los percentiles que recomienda (Madriz Quirós, Carmen; Ramírez Coretti, Aldo; Serrano Montero, Rafael, 2008) para cada uno de los elementos de la silla, dichos percentiles de la silla, dichos percentiles estarán basados en los datos de las medidas realizadas a los alumnos del ITSM, además, se deberán de tomar en consideración las recomendaciones encontradas en (UNESCO; Gobierno de Chile, 2001) sobre los materiales a utilizar en la estructura, respaldo, asiento y paleta de las sillas escolares.

3.3.4.8 **Conclusión**

Al final de este documento se presentará una conclusión sobre lo observado, realizado y obtenido con este proyecto.

Capítulo IV. Desarrollo de la metodología y resultados

4.1 Elaborar los diagnósticos necesarios en el área de métodos.

Para la elaboración del diagnóstico del área de métodos de la nave industrial del ITSM se prosiguió a realizar un Layout que muestra los espacios geográficos que existen entre cada componente (Mesa, banco) que ocupan un espacio en el área de métodos de la Nave Industrial que se está estudiando.

En la siguiente Figura 4.1 se mostrará el espacio que geográfico que se está estudiando.



Figura 4.1 Layout del área de métodos de la nave industrial.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4.1 se puede apreciar que el área de métodos, se encuentra distribuida por cuatro mesas de trabajo, y con 12 bancos cada una que son ocupados por los estudiantes. El área que se está ocupando para realizar actividades escolares actualmente no cuenta con las dimensiones correctas para trabajar con una postura correcta, lo que ocasiona el bajo nivel de rendimiento de los alumnos. Así mismo, derivado de la mala postura pueden ocasionar enfermedades musculares y en general puede ocasionar un deteriora miento de los alumnos. Los espacios de trabajo que existen entre la separación de cada mesa son incómodos para el alumno al estar realizando

actividades con respecto a otros compañeros, ya que el estiramiento de los brazos hace que se estorben con el compañero de al lado.

Para obtener mayor información se investigaron los espacios que deben de haber entre cada operador y de acuerdo con (Soto, 2019) en un área de trabajo corto, como es el que se está realizando en el área de métodos, se debe de ocupar entre 40 a 60 cm para cada operador sea de frente o la anchura de los laterales, si esta distancia se reduce puede ocasionar choques con respecto de otro operador lo que provocaría incomodidad y distracción al realizar las actividades en el momento (ver figura 4.2).

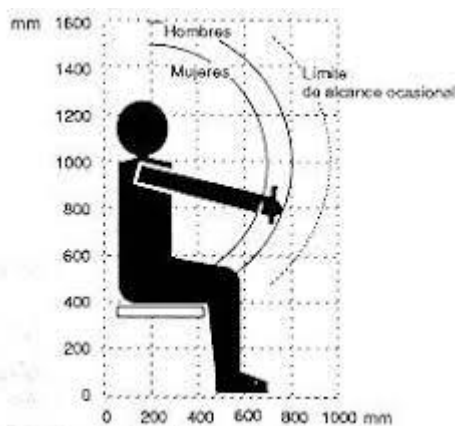


Figura 4. 2 Postura mostrada.
Fuente: (Soto, 2019).

Así mismo, (Soto, 2019), menciona que para trabajos en posición donde se está sentado se debe tener una postura respecto a la mesa de 90° para tener un rendimiento y adecuado la altura de la mesa debe ser proporcional a las dimensiones del cuerpo del operador con el que se está interactuando, ya que, de no ser así, puede ocasionar que el operador presente daños en partes de su cuerpo principalmente en la cadera y columna.

La figura 4.3 y 4.4, fueron tomadas del actual mobiliario que se encuentran en del área de métodos:

En la figura 4.3 se puede apreciar que el tamaño que tienen los bancos con respecto a las mesas de trabajo son excesivas para su utilización, cabe mencionar que los tamaños de los bancos tienen una altura de 65 cm y una anchura de 30 cm de diámetro, analizando con respecto a la altura

de las mesas que tienen una altura de 87 cm se puede observar que las alturas que existen entre la mesa y el banco se encuentran del mismo nivel, con base a esta observación se puede decir que las actuales mesas y bancos del área de métodos, no están permitiendo al alumno realizar sus actividades de una manera correcta, lo que provoca que al estar en contacto por un largo periodo de tiempo se sientan cansados.



*Figura 4. 3 Mobiliario actual.
Fuente: Propia.*



*Figura 4. 4 Realizando actividades en el mobiliario.
Fuente: Propia.*

En la figura 4.4 se puede apreciar que de manera general los estudiantes cuando realizan sus actividades están tomando posturas inadecuadas ya que están inclinando su cuerpo y esto

provocan un mayor desgaste en su estructura musculo esquelética. La postura que se recomienda para realizar sus actividades implica mantener el cuerpo a 90° grados respecto del piso, también se puede apreciar que los pies de los usuarios no tienen un lugar donde se puedan reposar de una manera correcta ya que la altura del banco va más allá de las dimensiones que los alumnos tienen para mayor información acerca de lo que tiene y no tiene el área de métodos se realizó una hoja de verificación misma que se muestra en la tabla 4.1.

Tabla 4. 1 Lista de verificación en el área de métodos.

Fuente: Elaboración propia.

LUGARES DE TRABAJO	VERDADERO	FALSO
El área de métodos es adecuada para realizar las tareas que se realizan		X
El área de métodos cumple con espacios de trabajo adecuados para realizar actividades que se realizan		X
El área de métodos presenta orden y limpieza	X	
El mobiliario del área de métodos se encuentra ordenado y ubicado en donde debe de estar	X	
Los pasillos del área de métodos se encuentran libres de objetos en todo momento		X
La superficie del piso del área de métodos no es resbalosa	X	
En el área de métodos los objetos que no son utilizados se encuentran apilados adecuadamente		x
Los pasillos, áreas de trabajo del área de métodos están debidamente delimitados		x
Existe espacio suficiente entre cada mesa y bancos en el área de métodos	X	
El área de métodos se encuentra delimitado por señalética adecuada entre cada espacio de trabajo		x
Las mesas que se encuentran en el área de métodos están sirviendo para realizar actividades escolares		x
Los bancos que se encuentran en el área de métodos están sirviendo para realizar actividades escolares		X
Las mesas y bancos están siendo adecuados para realizar de manera correcta las actividades que se realizan		x
El área de métodos tiene una altura mínima de 2,5 m del piso al techo		x
El área de métodos cuenta con una iluminación correcta para realizar las actividades que se realizan	X	
En el área de métodos se tienen extintores adecuados según la clasificación establecida en la norma	X	
Las mesas y los bancos se encuentran ubicados de una manera correcta en el área de métodos	X	
El área de métodos se encuentra climatizada y este si abastece de manera correcta el área	X	

El área de métodos cuenta con las señaléticas correctas que debe tener esta área		x
Las puertas y salidas de emergencia del área de métodos están señalizadas en los lugares donde se requiera		x
Los pasillos en el área de métodos para llegar a las puertas de emergencias se encuentran libres de algún objeto		x
El área de métodos cuenta con una buena iluminación natural para realizar las actividades sin ningún problema		x
En el área de métodos se tiene suficiente luz para la realización de las tareas		X
En el área de métodos se miden los niveles de iluminación	X	
En el área de métodos se dispone de mesas y estantes inclinados, que permiten una labor y esfuerzo menores	X	
En el área de métodos se realiza el trabajo a una altura conveniente para el operario (a la altura del codo)		x
En el área de métodos se han realizado estudios para minimizar el esfuerzo requerido en una tarea		x
En el área de métodos se han realizado estudios para buscar la posición correcta para cada labor	X	
En el área de métodos se han realizado estudios para minimizar la fatiga		x
En el área de métodos se cuenta con sillas y mesas de trabajo ajustables de acuerdo al tamaño del operario	X	
En el área de métodos se realizan labores en las que el trabajador utiliza o mantiene la misma postura		x
En el área de métodos se cuenta con el espacio suficiente para cada elemento y fácil acceso a cualquier cosa que se necesite	x	

4.2 Revisión de la literatura

Para realizar este proyecto, se comenzó por la búsqueda en fuentes primarias, con la consulta de las fuentes que se mencionan a continuación, las cuales fueron de gran ayuda para poder entender el problema que se está estudiando.

1. Tesis relacionadas con el diseño de áreas ergonómicas y mobiliario escolar.
2. Artículos que hablan acerca de problemas ergonómicos.
 - Ergonomía y simulación aplicadas a la industria por Yordán Rodríguez Ruíz el 14 de febrero del 2011, en la Habana, Cuba (Rodríguez-Ruiz, 2011).

- Trastornos Músculo-esqueléticos en Odontólogos de una Institución Pública de Guadalajara, México por Chávez López Rosalina en Julio del 2009, Guadalajara, México (López, 2009).
 - Estudio antropométrico para el diseño de mobiliario para niños de edad escolar en Costa Rica por Carmen Madriz Quirós el 05 de septiembre del 2008, Costa Rica (Quirós, 2008).
3. Libros sobre las dimensiones antropométricas del cuerpo humano.
 - Prevención de trastornos musculo esqueléticos en el lugar de trabajo por el profesor Dr.rer. nat. Alwin Luttmann en el 2004, en Francia (Luttmann, 2004).
 - Evaluación ergonómica de puestos de trabajo por Sabina Asensio-Cuenca en el 2012, Filipinas (Asensio-Cuenca, 2012).
 - Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones por la SEP en el 2014, México (SEP, Diseño de Mobiliario, 2014).
 4. Sitios de internet tales como; paginas educativas, google académico, redalyc, dialnet etc.

4.3 Requerimientos y conocimientos mínimos necesarios para desarrollar el diseño antropométrico del mobiliario.

4.3.1 Población de estudio

Se entiende como población de estudio para el proyecto a la comunidad estudiantil a los alumnos de la carrera de ingeniería industrial de 2º, 4º, 6º y 8º semestre del Instituto Tecnológico Superior de Misantla, solamente a los alumnos del sistema escolarizado, al realizar la investigación de la cantidad de alumnos formaron un total de 336.

4.3.2 Determinación del tamaño de muestra

A partir de la aplicación de la fórmula estadística para el cálculo de tamaño de muestra para la población finita y conocida se determinó el tamaño de muestra mínimo estadísticamente válido.

4.3.3 Cálculo del tamaño de la muestra

N=336
 Z=1.96
 P=0.5
 Q=0.5
 I=.1

$$n = \frac{z_{\alpha}^2 * N * p * q}{i^2(N - 1) + z_{\alpha}^2 * p * q}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 336 * 0.5 * .05}{0.1^2 * (336 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 75 \text{ alumnos}$$

El tamaño de la muestra se fijó en 75 alumnos tomándolos de los diferentes semestres de la carrera de ingeniería industrial de los cuales se seleccionaron utilizando un muestreo aleatorio que permitió garantizar que todos los elementos de la población tuvieran la misma oportunidad de ser seleccionados.

Como marco para el muestreo, se empleó el listado de los alumnos inscritos a la fecha de la realización del estudio del 2019. Se estima que el muestreo abarcó un 22% de la población total de los alumnos de ingeniería industrial inscritos en el sistema escolarizado

4.3.4 Información obtenida de las medidas antropométricas

En las siguientes tablas 4.2, 4.3, 4.4, y 4.5 se muestran las matrices de las medidas antropométricas que se obtuvieron al medir a los alumnos de los semestres 2°, 4°, 6° y 8° de la carrera de ingeniería industrial.

Tabla 4. 2 Matriz de resultados de los alumnos de 2° semestre.

Fuente: Microsoft Excel 2016.

MEDIDAS	HOMBRES										MUJERES														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Altura Poplítea	38	44	48	40	43	50	38	45	40	46	37	44	45	37	39	38	38	45	44	38	38	42	43	36	40
Altura de la Rodilla	57	53	49	59	63	47	60	54	56	46	49	46	57	53	43	47	50	49	46	54	45	47	53	52	49
Altura del Asiento a la Base del Omoplato o Escapula	49	50	41	58	41	46	51	58	54	44	49	38	38	38	43	44	47	47	45	42	49	49	42	42	45
Distancia Nalga-Poplíteo	44	49	42	47	50	43	47	44	47	43	43	45	41	47	48	46	46	41	41	41	45	47	46	47	43
Ancho de Caderas	38	40	42	39	38	38	42	39	42	38	37	41	37	39	42	41	40	42	40	40	40	41	38	41	13
Anchura de Hombros	45	38	45	41	37	39	40	38	45	39	38	40	37	32	33	34	40	39	37	32	31	34	31	34	38
Distancia Nalga-Rodilla	64	56	59	65	60	57	51	64	66	68	59	63	59	63	63	58	60	57	63	61	59	61	63	59	56

Tabla 4. 3 Matriz de resultados de los alumnos de 4° semestre.

Fuente: Microsoft Excel 2016.

MEDIDAS	HOMBRES										MUJERES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Altura Poplítea	48	45	45	48	38	45	47	39	43	42	39	40	34	42	43	38	34	39		
Altura de la Rodilla	61	51	61	61	59	64	52	56	48	44	48	47	46	55	55	51	48	44		
Altura del Asiento a la Base del Omoplato o Escapula	51	46	41	43	45	41	58	54	46	47	38	43	43	50	42	44	49	48		
Distancia Nalga-Poplíteo	46	48	42	45	49	41	42	51	47	46	48	41	47	45	43	46	43	46		
Ancho de Caderas	39	39	41	39	40	39	38	41	38	40	40	38	38	43	41	42	39	42		
Anchura de Hombros	36	44	45	40	39	46	46	44	37	37	33	32	33	35	41	41	39	31		
Distancia Nalga-Rodilla	66	46	64	59	47	53	49	67	62	54	60	55	63	60	53	63	61	61		

Tabla 4. 3 Matriz de resultados de los alumnos de 6° semestre.

Fuente: Microsoft Excel 2016.

MEDIDAS	HOMBRES						MUJERES							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8
Altura Poplítea	48	38	38	39	49	45	45	42	45	44	37	46	37	43
Altura de la Rodilla	47	56	56	59	50	63	43	45	51	55	50	54	55	55
Altura del Asiento a la Base del Omoplato o Escapula	56	51	46	50	41	54	49	49	39	42	45	38	45	42
Distancia Nalga-Poplíteo	44	51	41	49	45	45	44	48	44	41	48	42	44	41
Ancho de Caderas	43	39	39	43	36	37	37	36	44	39	44	40	42	39
Anchura de Hombros	41	35	44	45	43	45	32	32	32	38	32	32	41	41
Distancia Nalga-Rodilla	65	47	59	56	63	56	62	61	59	60	55	62	58	58

Tabla 4. 4 Matriz de resultados de los alumnos de 8° semestre.

Fuente: Microsoft Excel 2016.

MEDIDAS	HOMBRES											MUJERES						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7
Altura Poplítea	38	37	47	41	38	44	38	46	41	49	47	38	44	46	35	42	36	46
Altura de la Rodilla	54	50	59	54	47	51	59	53	53	55	48	50	46	44	52	49	45	45
Altura del Asiento a la Base del Omoplato o Escapula	54	45	51	55	58	44	49	45	48	57	50	47	46	44	44	42	45	49
Distancia Nalga-Poplíteo	49	41	51	49	45	51	41	43	44	49	47	41	43	42	44	46	41	42
Ancho de Caderas	42	37	41	39	37	39	41	39	37	36	39	42	37	40	41	40	38	42
Anchura de Hombros	35	39	43	37	42	46	37	43	42	46	45	34	35	32	37	40	33	36
Distancia Nalga-Rodilla	60	65	67	49	56	48	61	54	51	68	64	55	58	63	56	54	61	60

4.3.5 Cálculo de percentiles

En la tabla 4.6 se presenta el total de alumnos por semestre, así como también el porcentaje correspondiente que le pertenece a cada semestre que se está estudiando. Esta información indica los alumnos por semestre y el porcentaje que le corresponde.

Tabla 4. 5 Cantidad y porcentaje de alumnos por semestre.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

Semestre	Alumnos		Total	Alumnos por semestre %
	Hombres	Mujeres		
2	47	69	116	35
4	35	45	80	24
6	25	37	62	18
8	48	30	78	23
	Total		336	100

La tabla 4.7 muestra la cantidad de alumnos (hombres y mujeres) que se eligieron para la toma de muestras, así como el porcentaje respecto al tamaño de muestra que le corresponde a cada semestre de la carrera de ingeniería industrial.

Tabla 4. 6 Cantidad de alumnos por semestre a muestrear.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

Semestre	Cantidad de alumnos a muestrear por semestre	Hombres	Mujeres	Semestre %
2	25	10	15	33
4	18	8	10	24
6	14	6	8	19
8	18	11	7	24
Tamaño de la muestra	75			100

Para seguir con la explicación de este estudio, en las tablas 4.8, 4.9, 4.10, 4.12, 4.13, 4.14 y 4.15 se presentarán los percentiles que proporcionaron las muestras de las medidas antropométricas a los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial con respecto a las dimensiones y postura de los bancos de la Nave Industrial.

La tabla 4.8 muestra los percentiles 5 y 95, así como el promedio de cada una de las partes del cuerpo en centímetros que se midieron, solo contiene a los alumnos (hombres) de segundo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial.

Tabla 4. 7 Percentiles de los alumnos de segundo semestre.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

	Percentil		
	5	Promedio	95
Altura Poplítea	39	43	49
Altura de la Rodilla	47	54	62
Altura del Asiento a la Base del Omóplato o Escápula	42	49	57
Distancia Nalga-Poplíteo	42	46	50
Ancho de Caderas	38	40	42
Anchura de Hombros	37	41	45
Distancia Nalga-Rodilla	52	61	67

La tabla 4.9 muestra los percentiles 5 y 95, así como el promedio de cada una de las partes del cuerpo en centímetros que se midieron, contiene a los alumnos (Mujeres) de segundo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial.

Tabla 4. 8 Percentiles de las alumnas de segundo semestre.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

	Percentil		
	5	Promedio	95
Altura Poplítea	36	40	45
Altura de la Rodilla	44	49	56
Altura del Asiento a la Base del Omóplato o Escápula	39	44	48
Distancia Nalga-Poplíteo	41	44	48
Ancho de Caderas	14	38	41
Anchura de Hombros	31	35	40
Distancia Nalga-Rodilla	56	60	63

Tabla 4. 9 Percentiles de los alumnos de cuarto semestre.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

	Percentil		
	5	Promedio	95
Altura Poplítea	39	44	48
Altura de la Rodilla	52	58	63
Altura del Asiento a la Base del Omóplato o Escápula	42	47	57
Distancia Nalga-Poplíteo	42	46	51
Ancho de Caderas	38	40	41
Anchura de Hombros	37	43	46
Distancia Nalga-Rodilla	47	56	66

La tabla 4.11 muestra los percentiles 5 y 95, así como el promedio de cada una de las partes del cuerpo en centímetros que se midieron, contiene a los alumnos (Mujeres) de cuarto semestre de la carrera de Ingeniería Industrial.

Tabla 4. 10 Percentiles de las alumnas de cuarto semestre.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

	Percentil		
	5	Promedio	95
Altura Poplítea	34	39	43
Altura de la Rodilla	45	49	54
Altura del Asiento a la Base del Omóplato o Escápula	39	45	49
Distancia Nalga-Poplíteo	41	45	48
Ancho de Caderas	38	40	43
Anchura de Hombros	32	36	41
Distancia Nalga-Rodilla	54	59	63

La tabla 4.12 muestra los percentiles 5 y 95, así como el promedio de cada una de las partes del cuerpo en centímetros que se midieron, contiene a los alumnos (Hombres) de sexto semestre de la carrera de Ingeniería Industrial.

Tabla 4. 11 Percentiles de los alumnos de sexto semestre.

Fuente: Microsoft Excel 2016.

	Percentil		
	5	Promedio	95
Altura Poplítea	39	43	48
Altura de la Rodilla	48	55	62
Altura del Asiento a la Base del Omóplato o Escápula	42	50	55
Distancia Nalga-Poplíteo	42	46	51
Ancho de Caderas	36	40	43
Anchura de Hombros	36	42	45
Distancia Nalga-Rodilla	48	58	64

La tabla 4.13 muestra los percentiles 5 y 95, así como el promedio de cada una de las partes del cuerpo en centímetros que se midieron, contiene a los alumnos (Mujeres) de sexto semestre de la carrera de Ingeniería Industrial.

Tabla 4. 12 Percentiles de las alumnas de sexto semestre.

Fuente: Microsoft Excel 2016.

	Percentil		
	5	Promedio	95
Altura Poplítea	37	42	46
Altura de la Rodilla	44	51	54
Altura del Asiento a la Base del Omóplato o Escápula	39	44	48
Distancia Nalga-Poplíteo	41	44	48
Ancho de Caderas	36	40	44
Anchura de Hombros	32	35	41
Distancia Nalga-Rodilla	55	59	62

La tabla 4.14 muestra los percentiles 5 y 95, así como el promedio de cada una de las partes del cuerpo en centímetros que se midieron, contiene a los alumnos (Hombres) de octavo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial.

Tabla 4. 13 Percentiles de los alumnos de octavo semestre.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

	Percentil		
	5	Promedio	95
Altura Poplítea	38	42	48
Altura de la Rodilla	48	53	58
Altura del Asiento a la Base del Omóplato o Escápula	45	51	57
Distancia Nalga-Poplíteo	42	46	51
Ancho de Caderas	36	39	42
Anchura de Hombros	36	41	45
Distancia Nalga-Rodilla	49	58	67

La tabla 4.15 muestra los percentiles 5 y 95, así como el promedio de cada una de las partes del cuerpo en centímetros que se midieron, contiene a los alumnos (Mujeres) de octavo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial.

Tabla 4. 14 Percentiles de las alumnas de octavo semestre.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

	Percentil		
	5	Promedio	95
Altura Poplítea	36	41	45
Altura de la Rodilla	44	47	52
Altura del Asiento a la Base del Omóplato o Escápula	42	45	49
Distancia Nalga-Poplíteo	41	43	46
Ancho de Caderas	37	40	42
Anchura de Hombros	32	35	40
Distancia Nalga-Rodilla	54	58	63

Tabla 4. 15 Matriz de resultados de todos los alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial.

Fuente: Microsoft Excel 2016.

MEDIDAS	2° Semestre																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Altura Poplítea	38	44	48	40	43	50	38	45	40	46	37	44	45	37	39	38	38	45	44	38	38	42	43	36	40
Altura de la Rodilla	57	53	49	59	63	47	60	54	56	46	49	46	57	53	43	47	50	49	46	54	45	47	53	52	49
Altura del Asiento a la Base del Omoplato o Escapula	49	50	41	58	41	46	51	58	54	44	49	38	38	38	43	44	47	47	45	42	49	49	42	42	45
Distancia Nalga-Poplíteo	44	49	42	47	50	43	47	44	47	43	43	45	41	47	48	46	46	41	41	41	45	47	46	47	43
Ancho de Caderas	38	40	42	39	38	38	42	39	42	38	37	41	37	39	42	41	40	42	40	40	40	41	38	41	13
Anchura de Hombros	45	38	45	41	37	39	40	38	45	39	38	40	37	32	33	34	40	39	37	32	31	34	31	34	38
Distancia Nalga-Rodilla	64	56	59	65	60	57	51	64	66	68	59	63	59	63	63	58	60	57	63	61	59	61	63	59	56

4° semestre										6° semestre																					
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8
48	45	45	48	38	45	47	39	43	42	39	40	34	42	43	38	34	39	48	38	38	39	49	45	45	42	45	44	37	46	37	43
61	51	61	61	59	64	52	56	48	44	48	47	46	55	55	51	48	44	47	56	56	59	50	63	43	45	51	55	50	54	55	55
51	46	41	43	45	41	58	54	46	47	38	43	43	50	42	44	49	48	56	51	46	50	41	54	49	49	39	42	45	38	45	42
46	48	42	45	49	41	42	51	47	46	48	41	47	45	43	46	43	46	44	51	41	49	45	45	44	48	44	41	48	42	44	41
39	39	41	39	40	39	38	41	38	40	40	38	38	43	41	42	39	42	43	39	39	43	36	37	37	36	44	39	44	40	42	39
36	44	45	40	39	46	46	44	37	37	33	32	33	35	41	41	39	31	41	35	44	45	43	45	32	32	32	38	32	32	41	41
66	46	64	59	47	53	49	67	62	54	60	55	63	60	53	63	61	61	65	47	59	56	63	56	62	61	59	60	55	62	58	58

8° semestre																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7
38	37	47	41	38	44	38	46	41	49	47	38	44	46	35	42	36	46
54	50	59	54	47	51	59	53	53	55	48	50	46	44	52	49	45	45
54	45	51	55	58	44	49	45	48	57	50	47	46	44	44	42	45	49
49	41	51	49	45	51	41	43	44	49	47	41	43	42	44	46	41	42
42	37	41	39	37	39	41	39	37	36	39	42	37	40	41	40	38	42
35	39	43	37	42	46	37	43	42	46	45	34	35	32	37	40	33	36
60	65	67	49	56	48	61	54	51	68	64	55	58	63	56	54	61	60

La tabla 4.16 contiene las medidas de los 75 alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial del sistema escolarizado, separado por semestre.

Para realizar el diseño de una silla se procede a calcular los percentiles de todos los alumnos de la carrera de ingeniería industrial para que posteriormente sean los que se comparen.

Tabla 4. 16 Percentiles de todos los alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

MEDIDAS	PERCENTIL			
	5	Promedio	95	Desviación
Altura Poplítea	35	42	49	4.07
Altura de la Rodilla	50	52	53	5.38
Altura del Asiento a la Base del Omoplato o Escapula	48	47	49	5.24
Distancia Nalga-Poplíteo	46	45	46	2.98
Ancho de Caderas	27	39	27	3.65
Anchura de Hombros	35	38	35	4.61
Distancia Nalga-Rodilla	54	59	54	5.16

4.3.6 Contraste de hipótesis

A continuación, se realizará un test t de student a cada una de las dimensiones obtenidas con las mediciones antropométricas realizadas a las muestras de alumnos con el fin de contrastar hipótesis comparando las medidas de las muestras (percentiles) y la media de las dimensiones con las que ya cuentan los bancos (medidas actuales).

Cabe mencionar que este proyecto es para realizar un diseño antropométrico del mobiliario actual, se quiere proponer una silla y una mesa que se adecue a las dimensiones antropométricas del alumno, en este caso, se compararan las partes que componen un banco contra las que se midieron del cuerpo del alumno.

En la siguiente Tabla 4.18 muestra las dimensiones que se compararan. Las celdas que contengan N/A, indicaran que no existe medida con la cual comparar.

Nota: Los datos inexistentes (N/A) en la tabla 4-18, se debe a que lo estudiado es un banco, y se quiere proponer es una silla, los componentes que tienen son diferentes.

Primero se comparará el percentil 95 y después el percentil 5.

Tabla 4. 17 Medidas a comparar con el percentil 95 (Con respecto al banco).

Fuente: Microsoft Excel 2016.

Percentil para utilizar	Medida	Medidas estudiadas	Media	Desviación
95	49	Altura Poplítea	65	4.07
95	53	Altura de la Rodilla	N/A	5.38
95	49	Altura del Asiento a la Base del Omoplato o Escapula	N/A	5.24
95	46	Distancia Nalga-Poplíteo	N/A	2.98
95	27	Ancho de Caderas	30	3.65
95	35	Anchura de Hombros	N/A	4.61
95	54	Distancia Nalga-Rodilla	N/A	5.16

4.1.1 Altura Poplítea

La actual medida que nos proporciona el actual banco es de 65 cm lo que según indica que es antropométricamente adecuado. Para verificar que está en lo correcto, se toma una muestra de 75 alumnos de la carrera de ingeniería industrial.

En la tabla t se encuentra que $t_{0.05} = 1.6759$ con 50 grados de libertad, si el valor de t calculado cae entre -1.6759 y 1.6757 , se dice que los datos que se están comparando son iguales a los datos de la muestra.

La altura de la silla debe ser, según el percentil 95 calculada con las dimensiones obtenidas de la muestra de 49 cm. Estas dimensiones tienen una desviación estándar de 4.07 cm, suponga que la distribución es aproximadamente normal.

Datos:

μ =Medida actual= 65

P95=49

S=4.07

n= 75

H₀: P (95) = 65

H₁: P (95) \neq 65

$$t = \frac{p(95) - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$$

Resolviendo por Minitab

T de una muestra

Prueba de $\mu = 65$ vs. $\neq 65$

Error

Estándar

De la

N	Media	Desv.Est.	Media	IC de 95%	T	P
75	49.000	4.070	0.470	(48.064, 49.936)	-34.05	0.000

El valor t obtenido no cae dentro del rango esperado por lo que se puede concluir que la actual altura del banco no es antropométricamente adecuada para la población de los alumnos de la carrera de ingeniería industrial.

4.1.2 Ancho de Caderas

La actual medida que nos proporciona el actual banco es de 30 cm lo que según indica que es antropométricamente adecuado. Para verificar que está en lo correcto, se toma una muestra de 75 alumnos de la carrera de ingeniería industrial.

En la tabla t se encuentra que $t_{0.05} = 1.6759$ con 50 grados de libertad, si el valor de t calculado cae entre -1.6759 y 1.6757, se dice que los datos que se están comparando son iguales a los datos de la muestra.

La altura de la silla debe ser, según el percentil 95 calculado con las dimensiones obtenidas de la muestra de 42 cm. Estas dimensiones tienen una desviación estándar de 3.65 cm, suponga que la distribución es aproximadamente normal.

Datos:

μ =Medida actual= 30

P95=27

S=3.65

n= 75

H₀: P (95) = 30

H₁: P (95) \neq 30

$$t = \frac{p(95) - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$$

Resolviendo por Minitab

Prueba de $\mu = 30$ vs. $\neq 30$

Error

Estándar

De la

N	Media	Desv.Est.	Media	IC de 95%	T	P
75	27.000	3.650	0.421	(26.160, 27.840)	-7.12	0.000

El valor t obtenido no cae dentro del rango esperado por lo que se puede concluir que la actual altura del banco no es antropométricamente adecuada para la población de los alumnos de la carrera de ingeniería industrial.

4.1.3 Mesa de trabajo

La mesa de trabajo que se tiene actualmente en el área de métodos de la nave industrial del ITSM, tiene 86 cm de altura, 200 cm de largo y 100 cm de ancho, con un grosor de 3 cm. Existen varios tipos de mesas, mesas para trabajos de pie, mesa para trabajo de precisión, mesa para trabajo de mecanografía, mesa de trabajo de lectura y escritura, etc. En la nave industrial se realizan actividades de lectura y escritura, (Cosar, 2012) menciona que, si el trabajo es de oficina, leer y escribir, la altura del plano de trabajo se situará a la altura de los codos.

En la siguiente figura 4.5 (Cosar, 2012) señala alturas (mm) considerables que deben tener una mesa, si es de trabajo de lectura y escritura.



Figura 4. 5 Altura de la mesa.

Fuente: (Cosar, 2012).

Así mismo, (Cosar, 2012) recomienda que los espacios de anchura sean entre 40 a 60 cm.

Requisitos para la mesa de trabajo (Malaga, 2004)

- Debajo de la mesa debe quedar un espacio libre mínimo para las piernas y para permitir su movimiento.
- La recomendación básica para la altura de una mesa fija es que debe estar aproximadamente a la altura del codo cuando está sentado.
- En general, no son necesarias las mesas de altura regulable, salvo que el trabajador presente alguna discapacidad motora severa en este caso, el rango de regulación de la altura está comprendido entre 68 y 76 cm.

Con respecto a la información investigada por dos autores, acerca de la altura y anchura de la mesa de trabajo, los dos autores señalan medidas casi iguales, de modo que se tomara los datos proporcionados por (Cosar, 2012).

En la tabla 4.19 se indican las medidas del diseño de la mesa que se realizara, dado que (Cosar, 2012) sugiere un intervalo entre 74 cm y 78 cm para trabajos de escritura y lectura, considerando que en el taller de la nave industrial se realizan actividades de esa índole, se tomara como percentil 5 (74 cm) y el percentil 95 (78 cm), de este modo, y considerando las medidas

proporcionadas por los alumnos del ITSM de la carrera Ingeniería Industrial los cuales se aproximan al percentil 95 que Cosar proporciona, se tomara como altura de la mesa al percentil 95, también, siendo guiados por (Soto, 2019) el cual sugiere un espacio entre los 40 y 60 cm de espacio entre cada individuo, y considerando que la mesa será de escritura y lectura, la anchura de la mesa será de 100 cm por un largo de 180 cm.

Tabla 4. 18 Medidas de la mesa.

Fuente: (Bürdek, 1989).

Altura de la mesa de trabajo	78 cm
Anchura de la mesa de trabajo	100 cm
Largo de la mesa de trabajo	180 cm
Grosor de la cubierta de la mesa	3 cm
4 patas de la mesa de trabajo	75 x 5 x 5 cm
2 bastidores	90 x 5 x 2 cm
2 bastidores	170 x 5 x 2 cm

4.4 Delimitación del estudio

Este estudio se basa en las medidas antropométricas de los alumnos de la muestra y la encuesta aplicada a lo mismo, siguiendo los pasos establecidos en la metodología de este proyecto, esto con la finalidad de medir la satisfacción de los alumnos sobre el actual diseño de los bancos, y el acoplamiento antropométrico de los alumnos con las medidas que ellos tienen, esto para que el nuevo diseño de una silla se acople con las dimensiones de los alumnos de una manera más antropométrica posible. Todo esto solo aplicable a los alumnos de la carrera Ingeniería industrial del sistema escolarizado.

4.5 Diseño de los instrumentos para la recolección de información.

4.5.1 Diseño de la encuesta

La encuesta es estructurada para evaluar ciertos aspectos por preguntas basadas en los siguientes puntos; satisfacción de los alumnos respecto al o los actuales diseños de la silla escolar

y mejorar el diseño de sillas escolares, se evaluó el desempeño de cada punto. Teniendo opciones de 1-5 como alternativa, siendo las siguientes: Totalmente de Acuerdo, De Acuerdo, Regular, En Desacuerdo, Totalmente de Desacuerdo.

4.5.1 Validación de la encuesta

Para llevar a cabo la validación del cuestionario, se llevó a cabo la aplicación de 75 encuestas, a partir de las cuales se determinaron los promedios, las matrices de correlación y el estimado Alpha de Cronbach. Los datos y resultados se muestran en la tabla 4.20.

Tabla 4. 19 Matriz de resultado de las 75 encuestas.

Fuente: Formularios de Google.

Alumnos/Pregunta	Resp. 1	Resp. 2	Resp. 3	Resp. 4	Resp. 5	Resp. 6	Resp.7	Resp. 8
1	2	4	5	2	5	4	4	4
2	2	2	4	2	4	5	4	3
3	2	2	3	1	4	4	3	4
4	2	3	5	2	5	5	5	5
5	3	2	5	1	5	4	4	4
6	3	5	3	1	5	5	5	5
7	2	2	4	2	4	5	5	2
8	2	2	5	1	5	4	4	5
9	2	2	5	1	5	5	5	5
10	3	2	2	2	4	4	4	3
11	2	2	4	1	5	4	4	4
12	1	3	1	2	2	2	2	2
13	1	4	4	1	5	5	5	4
14	3	3	4	2	4	5	5	4
15	4	2	4	1	4	5	4	3
16	1	2	4	1	5	5	4	5
17	1	3	5	3	1	3	2	1
18	2	2	1	2	1	1	1	1
19	3	4	5	1	5	5	5	5
20	2	2	5	5	5	5	5	5
21	3	3	4	3	4	4	4	3
22	2	3	4	2	5	4	5	5
23	4	4	3	2	1	1	1	3
24	2	3	4	1	5	4	4	4
25	2	1	3	2	4	3	3	5
26	3	3	5	3	4	4	4	5
27	1	1	5	1	5	5	5	5
28	1	3	5	1	5	4	2	5
29	3	2	5	1	5	5	5	5
30	2	1	3	2	4	4	5	1
31	1	3	3	2	5	5	4	3
32	1	2	3	2	4	4	4	4
33	1	2	3	4	5	4	3	4

34	1	3	3	2	5	4	4	4
35	1	2	4	2	4	4	4	1
36	1	1	5	2	5	5	5	2
37	1	1	5	1	5	5	5	2
38	1	1	5	2	5	5	5	1
39	1	1	5	1	5	5	4	2
40	1	1	5	2	5	5	4	2
41	3	3	3	3	3	3	3	3
42	2	1	3	1	4	4	5	2
43	1	2	4	2	4	4	5	1
44	2	1	4	2	4	5	5	1
45	2	1	3	3	4	4	4	1
46	2	2	4	4	4	4	5	2
47	2	1	3	2	4	4	4	1
48	2	1	3	2	4	5	5	2
49	2	2	3	3	4	5	4	2
50	1	1	4	2	3	4	5	1
51	2	1	4	3	4	5	4	1
52	2	2	3	2	4	4	4	2
53	2	1	5	3	4	5	4	2
54	2	1	3	3	4	4	4	3
55	1	2	4	4	3	4	4	3
56	2	2	5	3	4	4	4	1
57	4	3	4	3	4	4	4	4
58	2	2	4	2	4	4	4	4
59	5	5	4	3	4	4	4	4
60	3	2	4	3	4	4	4	5
61	3	2	4	4	5	5	4	4
62	1	2	4	2	4	4	5	5
63	2	1	4	2	4	5	5	4
64	2	3	5	2	4	4	5	4
65	2	3	4	1	4	5	3	4
66	2	2	4	3	4	4	4	5
67	2	2	4	3	4	5	4	4
68	2	1	5	5	4	4	3	4
69	2	1	4	3	4	4	4	4
70	2	1	4	3	4	5	5	4
71	3	2	4	1	3	4	4	4
72	2	2	4	3	4	4	3	4
73	2	1	4	3	4	5	4	4
74	2	1	5	2	4	4	4	5
75	2	1	4	4	5	5	5	4
Promedio	2.01	2.07	3.96	2.21	4.15	4.27	4.09	3.31
Promedio General	3.26							

4.5.2 Alpha de Cronbach

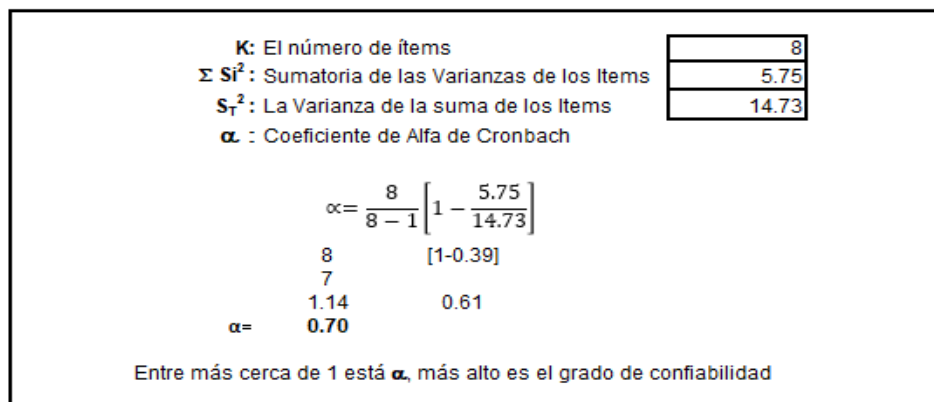


Figura 4. 6 Resultados de Alpha de Cronbach.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

En la figura 4.6, mediante el software de Microsoft Excel, se realizó un análisis de fiabilidad, obteniendo como resultado un Alpha de Cronbach de 0.70, por lo tanto. Considerando que el resultado de Alpha de Cronbach para los puntos que se evalúan de la encuesta es de 0.70, se concluye que el instrumento se encuentra validado y por lo tanto si se puede aplicar para las mediciones que se vayan a realizar.

Diseño de tablas Antropométricas

Se elaboró una tabla antropométrica para anotar los datos obtenidos de cada alumno pertenecientes a la muestra y además para tener claro qué tipo de medición en la que se está elaborando.

En esta tabla se anotaron las medidas antropométricas obtenidas con la ayuda de una silla especial con la que cuenta el Instituto Tecnológico Superior de Misantla para la elaboración de este tipo de medidas.

Toma de medidas Antropométricas

La encuesta junto con la observación, sirvió como base para llevar a cabo un análisis de cómo se encuentra la satisfacción de los alumnos respecto a las sillas escolares debido a la relación antropométrica-dimensión de la silla de cada estudiante.

Las mediciones antropométricas obtenidas sirvieron para deducir como se encuentran los actuales diseños de las sillas escolares que utiliza el Instituto Tecnológico Superior de Misantla, además conocer las variaciones de las medidas de los alumnos la cual las medidas de los actuales diseños de sillas escolares utilizadas pueden provocar molestias y lesiones musco-esqueléticas en los estudiantes.

4.5.3 Análisis de la Información

Información obtenida de la encuesta

Para observar la encuesta aplicada y contestada por los alumnos, todos los datos obtenidos en las encuestas se colocaron en la tabla 4.21 en ella se especifican los resultados para cada pregunta de los alumnos contestaron.

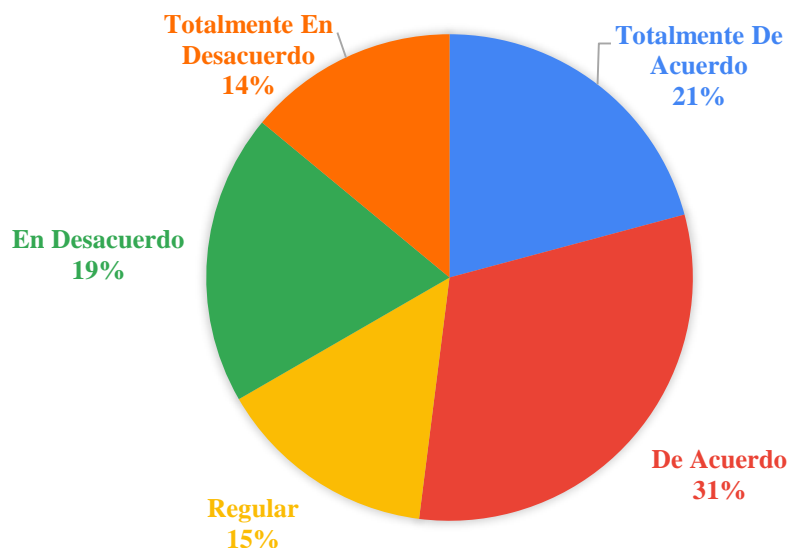
La tabla 4.21 presenta la matriz de los resultados obtenidos de los valores promedios para cada una de las variables evaluadas, a partir de las 75 encuestas aplicadas a los alumnos de la carrera de ingeniería industrial del sistema escolarizado inscritos en el ITSM.

*Tabla 4. 20 Datos de la encuesta.
Fuente: Microsoft Excel 2016.*

Pregunta	Totalmente De Acuerdo	De Acuerdo	Regular	En Desacuerdo	Totalmente En Desacuerdo
1	1	3	12	39	20
2	2	4	15	30	24
3	21	34	17	1	2
4	2	5	20	29	19
5	26	40	4	1	4
6	31	38	3	1	2
7	25	38	7	3	2
8	17	25	10	12	11
Total	125	187	88	116	84

Después de recolectar los datos en las encuestas, se analizarán las gráficas para cada pregunta:

PORCENTAJE TOTAL DE LA ENCUESTA



*Figura 4. 7 Porcentaje total de la encuesta.
Fuente: Microsoft Excel 2016.*

La figura 4.7 muestra todos los resultados de la tabla 4.21 de las respuestas dadas por los alumnos de la carrera de ingeniería industrial del sistema abierto inscritos en el ITSM, con un total de 75 alumnos encuestados se observó que la mayoría de los encuestados, el 14 % son respuestas malas con respecto a las actuales sillas escolares. Y el 21 % de respuestas buenas son respecto a los cambios que se les hicieran a las sillas.

Análisis de las Encuestas Aplicadas a los alumnos de Ingeniería Industrial del Sistema Escolarizado inscritos en el ITSM.

En relación a la pregunta 1.- ¿La altura del asiento del banco que existe en la nave industrial es cómoda para ti? Se observa la figura 4.8 que el 27% respondió como Totalmente en Desacuerdo, 52% en Desacuerdo, el 16% regular, mientras que el 4% respondió estar de Acuerdo y solo el 1% de los encuestados indico estar Totalmente de Acuerdo.

El total de respuestas negativas, Total y en Desacuerdo son del 79%, mientras que 16% respondió como Regular, en tanto las respuestas positivas de Total y de Acuerdo son el 5%, por lo que podemos decir que no es muy cómodo el banco que existe en la nave industrial para los alumnos.

El total de respuestas negativas, Total y en Desacuerdo son del 79%, mientras que 16% respondió como Regular, en tanto las respuestas positivas de Total y de Acuerdo son el 5%, por lo que podemos decir que no es muy cómodo el banco que existe en la nave industrial para los alumnos.

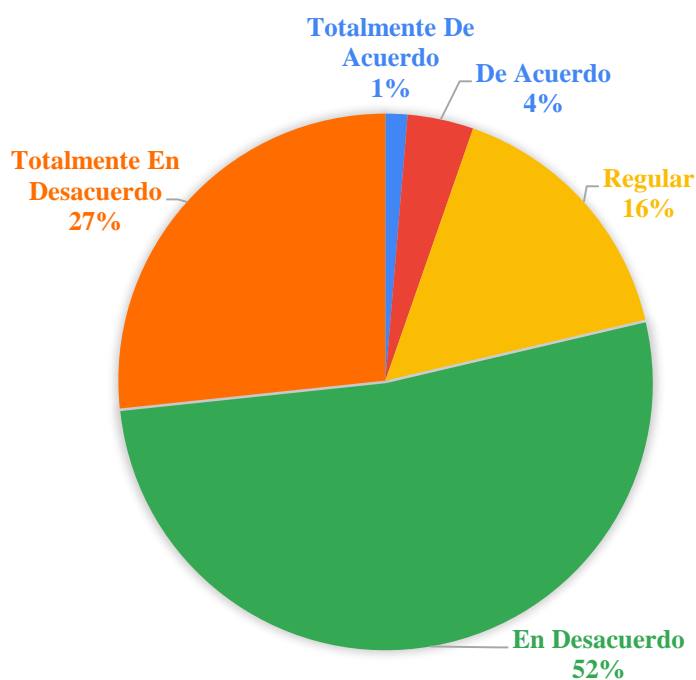


Figura 4. 8 Porcentaje total respecto a la pregunta 1.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

Con relación a la pregunta 2.- ¿El ancho del asiento del banco que existe en la nave industrial es cómoda para ti? Se puede observar en la figura 4.9 que los encuestados indicaron que

el 3% está Totalmente de Acuerdo, un 5% de Acuerdo, mientras que el 20% indicó como Regular, por lo tanto, el 32% indicó estar Totalmente en Desacuerdo y el 40% en Desacuerdo.

En conjunto las respuestas negativas, total y en desacuerdo es de un 72% de los encuestados, por lo tanto el 20% indicó como regular, mientras que el Totalmente y de Acuerdo es de un total de 8%. Por lo que podemos decir que el banco no es cómodo para los alumnos.

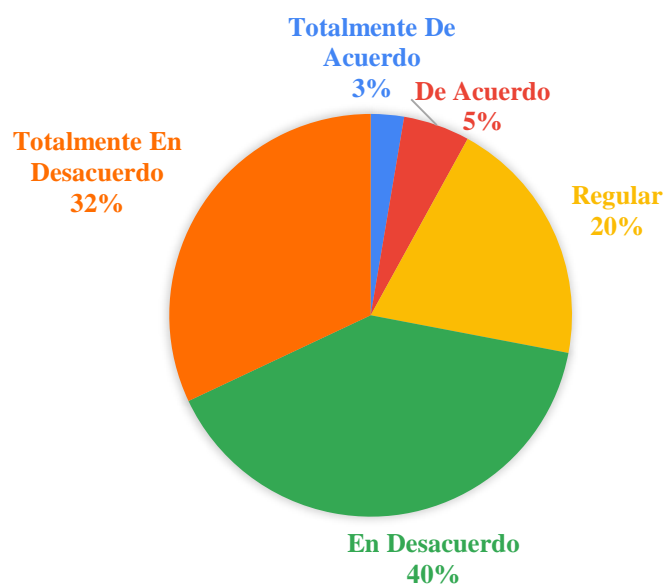


Figura 4. 9 Porcentaje total respecto a la pregunta 2.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

Con respecto a la pregunta 3.- ¿Es necesario el uso de un cojín en el asiento del banco para evitar molestias? Se observa la figura 4.10 que el 3% respondió como Totalmente en Desacuerdo, 1% en Desacuerdo, el 23% como regular, mientras que el 45% respondió estar de Acuerdo y solo el 28% de los encuestados indicó estar Totalmente de Acuerdo.

En conjunto de las respuestas positivas de Totalmente y de Acuerdo son un total del 73% de los encuestados, mientras que el 23% indicó como regular, y por lo tanto en Totalmente y en

Desacuerdo indicaron el 4% del total de los encuestados. Por lo que podemos decir que es necesario contar con un cojín en el asiento del banco par que no genere molestias.

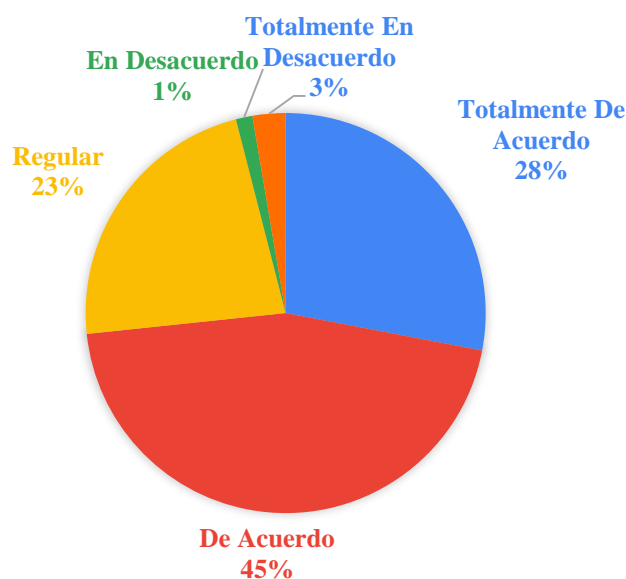


Figura 4. 10 Porcentaje total respecto a la pregunta 3.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

Con relación a la pregunta 4.- ¿Los bancos de la nave industrial te permiten concentrarte después de 2 horas de uso constante? Se puede observar en la figura 4.11 que los encuestados indicaron que el 3% está Totalmente de Acuerdo, un 7% de Acuerdo, mientras que el 27% indicó como Regular, por lo tanto, el 25% indicó estar Totalmente en Desacuerdo y el 38% en Desacuerdo.

En conjunto de las respuestas negativas del Totalmente y en Desacuerdo son un total del 63% de los encuestados, por lo tanto, el 27% indicó como regular, mientras el Totalmente y de Acuerdo son el 10% del total de lo encuestado. Por lo que se puede decir que los bancos no ayudan a concentrarse a los alumnos después de un lapso de 2 horas.

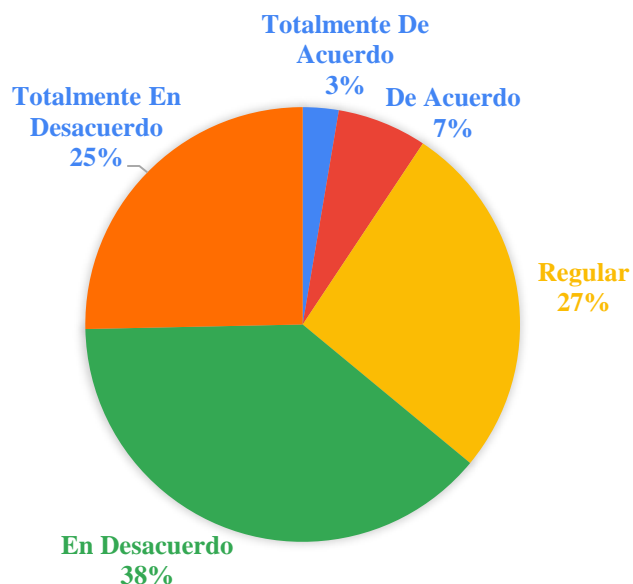


Figura 4. 11 Porcentaje total respecto a la pregunta 4.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

Con relación a la pregunta 5.- ¿Te gustaría que el banco fuera reemplazado por una silla con respaldo? Se observa en la figura 4.12 que el 5% respondió como Totalmente en Desacuerdo, 1% en Desacuerdo, el 5% como regular, mientras que el 54% respondió estar de Acuerdo y solo el 35% de los encuestados indicaron estar Totalmente de Acuerdo.

En conjunto a las respuestas positivas, el Totalmente y en Desacuerdo son en total el 6% de los encuestados, mientras que el 5% indicaron como regularmente, por lo tanto, lo respondido de Totalmente de Acuerdo y de Acuerdo es el 89% de los encuestados. Se puede concluir que a los alumnos les gustaría que fuese reemplazado el banco por la silla con respaldo.

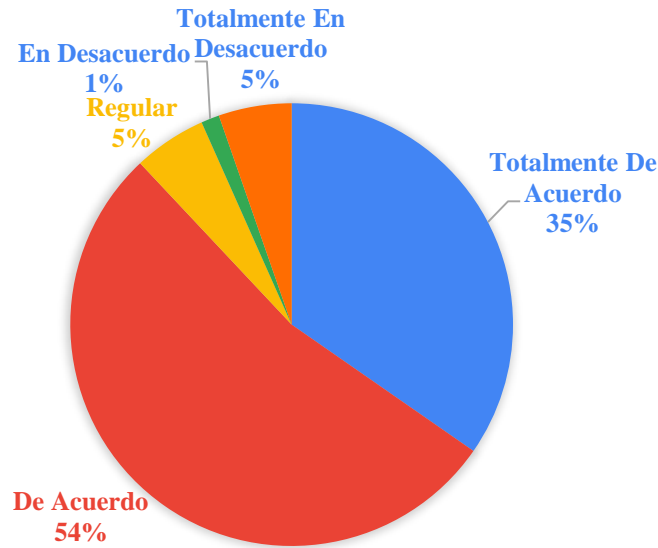


Figura 4. 12 Porcentaje total respecto a la pregunta 5.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

Respuesta 6.- ¿La altura del respaldo de la silla te permitiría apoyar adecuadamente tu espalda? Se observa en la figura 4.13 que el 3% respondió como Totalmente en Desacuerdo, 1% en Desacuerdo, el 4% como regular, mientras que el 51% respondió estar de Acuerdo y solo el 41% de los encuestados indicaron estar Totalmente de Acuerdo.

En total de las respuestas positivas, Total y de Acuerdo son el 92% de los encuestados, mientras que el 4% lo indicaron como regular, por lo tanto, el Total y en Desacuerdo son el 4% lo que indicaron el resto de los encuestados. Por lo que se puede decir que la altura de la silla apoyará la espalda de los alumnos de una manera adecuada.

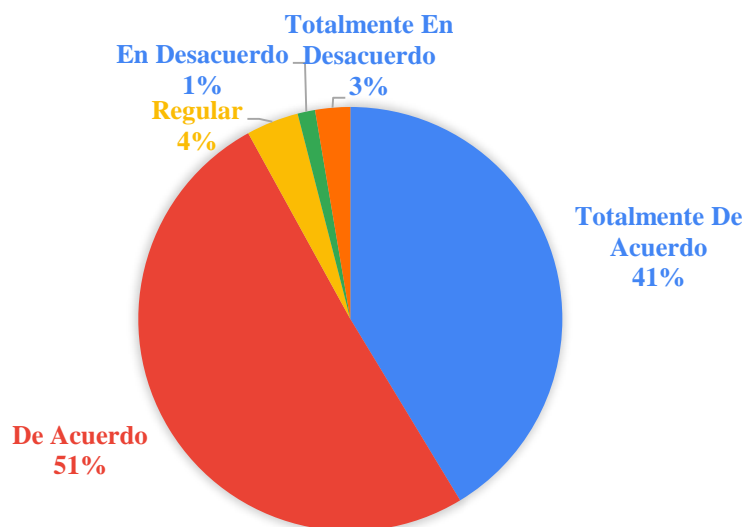


Figura 4. 13 Porcentaje total respecto a la pregunta 6.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

Con relación a la pregunta 7.- ¿El ancho del respaldo de la silla sería adecuado para apoyar tu espalda? Se puede observar la figura 4.14 que los encuestados indicaron que el 33% está Totalmente de Acuerdo, un 51% de Acuerdo, mientras que el 9% indicó como Regular, por lo tanto, el 3% indicó estar Totalmente en Desacuerdo y el 4% en Desacuerdo.

En conjunto las respuestas negativas del Total y en Desacuerdo, es un total de 7% de los encuestados, el 9% lo indicó como regularmente, mientras que el Total y de Acuerdo indicó el 84% de los encuestados. Por lo que podemos decir que el ancho del respaldo sería adecuado ya que apoyara la espalda del alumno.

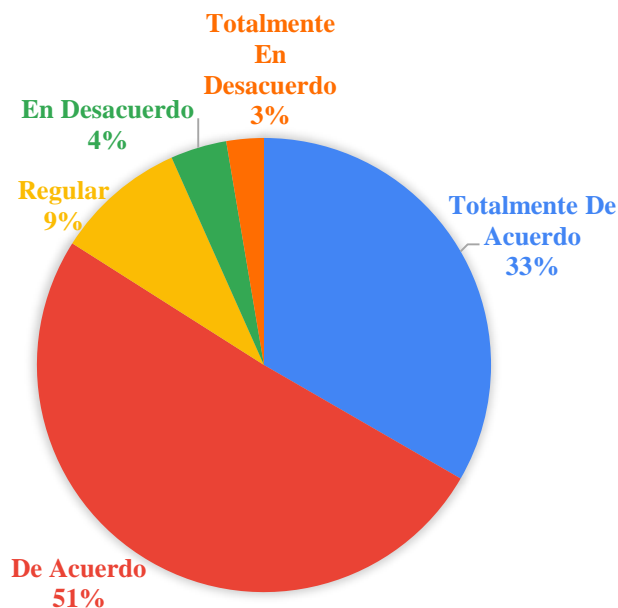
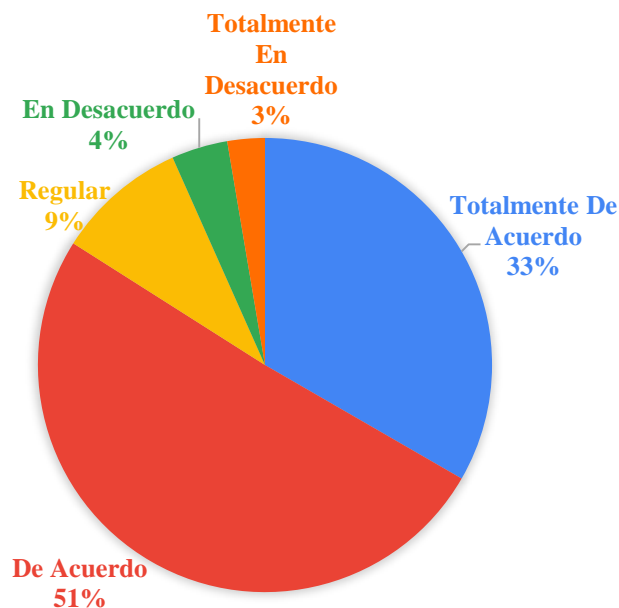


Figura 4. 14 Porcentaje total respecto a la pregunta 7.
Fuente: Microsoft Excel 2016.

Con respecto a la pregunta 8.- Al término de la clase, ¿sientes dolor de espalda a causa de los bancos? Se puede observar la figura 4.15 que los encuestados indicaron que el 23% está Totalmente de Acuerdo, un 33% de Acuerdo, mientras que el 13% indicó como Regular, por lo tanto, el 15% indicó estar Totalmente en Desacuerdo y el 16% en Desacuerdo.

En conjunto con las respuestas positivas, el Total y de Acuerdo el total son el 56%, el 13% lo indicó como regularmente, mientras que el 31% de los encuestados lo indicaron en Totalmente y en Desacuerdo, por lo que podemos decir que los alumnos sienten malestar físico al término de la clase después de un lapso de tiempo.



*Figura 4. 15 Porcentaje total respecto a la pregunta 8.
Fuente: Microsoft Excel 2016.*

4.6 Elaboración del diseño

4.1.4 Elaboración del diseño de la silla y de la mesa

4.1.4.1 Silla

De acuerdo a las respuestas obtenidas en la encuesta y a las medidas antropométrica que han sido comparadas con sus respectivos cálculos de percentiles, las medidas que se deben utilizar en el diseño de la silla son las que indica la tabla 4.22.

*Tabla 4. 21 Medidas de la silla.
Fuente: Elaboración propia.*

Elementos de la silla	Medida en cm
Altura de la silla	49
Altura del respaldo	49
Largo del asiento	46
Espacio entre el asiento y el respaldo	27
Ancho del asiento	35

Las medidas mostradas en la tabla 4.22 fueron útiles para realizar cada una de las piezas que componen la silla utilizando el software Solidworks 2016.

Respaldo

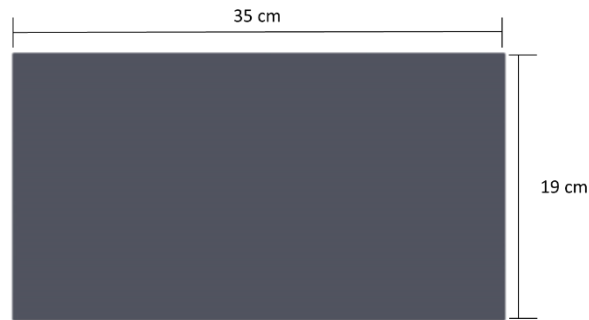


Figura 4. 16 Respaldo de la silla.
Fuente: Solidworks 2016.

El respaldo tendrá un largo de 19 cm y un ancho de 35 cm con un grosor de 2 cm (ver figura 4.16).

Asiento

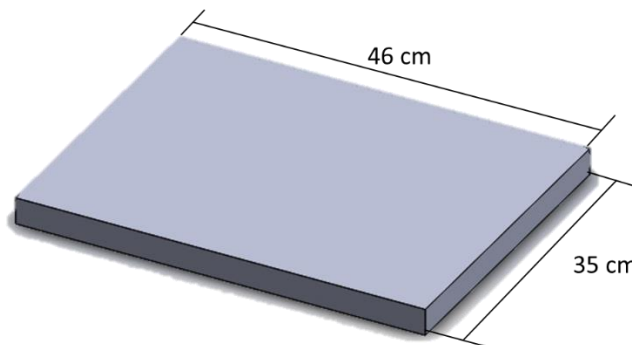


Figura 4. 17 Asiento de la silla.
Fuente: Solidworks 2016.

El asiento tendrá un largo de 46 cm y un ancho de 35 cm con un grosor de 2 cm.

Patras traseras

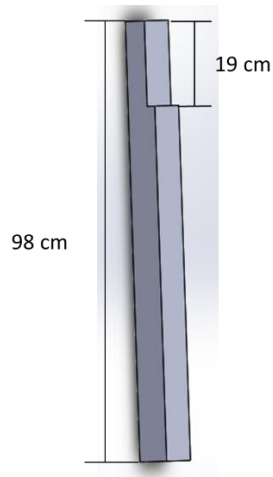


Figura 4. 18 Patas traseras.
Fuente: Solidworks 2016.

Las patas traseras serán dos (ver figura 4.18) y tendrán un largo de 98 cm por lados de 7cm, la parte de arriba de la pata tendrá un corte en una cara de 2 cm de profundidad con medidas de 19 de largo y 7 cm de ancho.

Patas delanteras

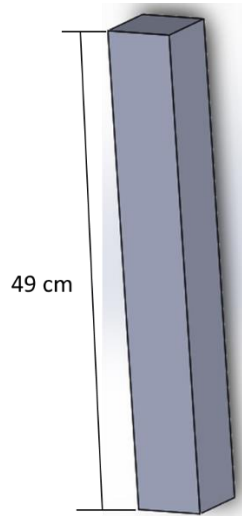
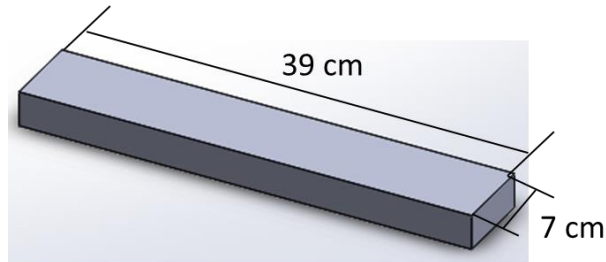


Figura 4. 19 Patas delanteras.
Fuente: Solidworks 2016.

Las patas delanteras serán 2 y tendrán un largo de 49 cm por lados de 7 cm (ver figura 4.19).

Soporte para las patas

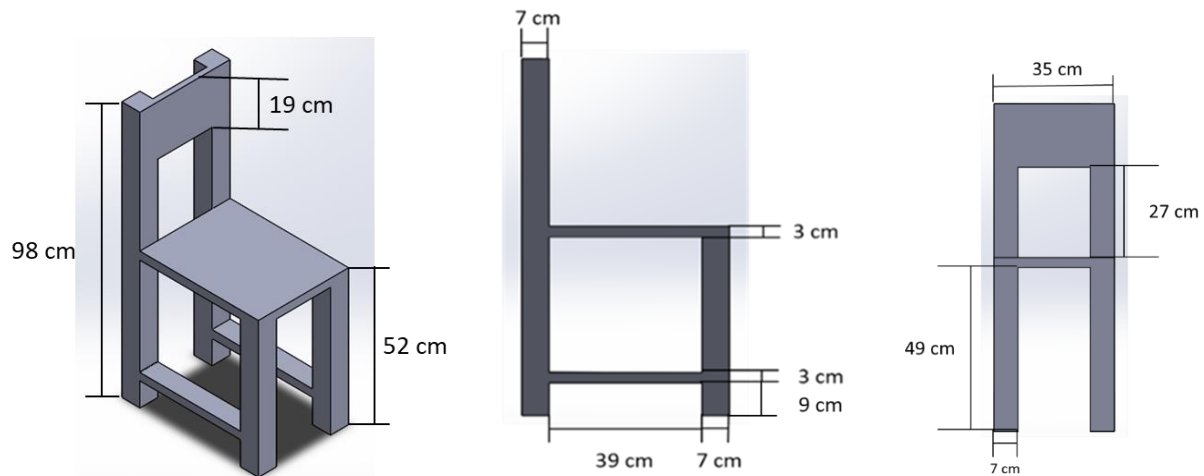


*Figura 4. 20 Soporte de las patas.
Fuente: Solidworks 2016.*

Los soportes de las patas serán dos (ver figura 4.20), los cuales tendrán un largo de 39 cm y un ancho de 7 cm, con un grosor de 3 cm.

Resultado del diseño de la silla

Por último, se presentan las medidas finales de la silla ya ensamblada, podemos apreciar que el diseño realizado, ya es antropométricamente con respecto a las medidas de los alumnos.



*Figura 4. 21 Diseño de la silla ensamblada.
Fuente: Solidworks 2016.*

4.1.4.2 Mesa

Respecto a las medidas proporcionadas por (Cosar, 2012) de la altura de la mesa y las medidas obtenidas por los estudiantes, con respecto a la altura de sus codos, así también, las medidas de (Soto, 2019) , que siguiere un espacio de trabajo mínimo y máximo entre cada individuo, la siguiente tabla 4-23 muestra las medidas de los elementos de la mesa.

Tabla 4.22 Medida de la mesa
Fuente: Elaboracion propia

Elementos de la mesa	Medida
Altura de la mesa de trabajo	78 cm
Anchura de la mesa de trabajo	100 cm
Largo de la mesa de trabajo	180 cm
Grosor de la cubierta de la mesa	3 cm
4 patas de la mesa de trabajo	75 x 5 x 5 cm
2 bastidores	94 x 5 x 2 cm
2 bastidores	170 x 5 x 2 cm

Cubierta

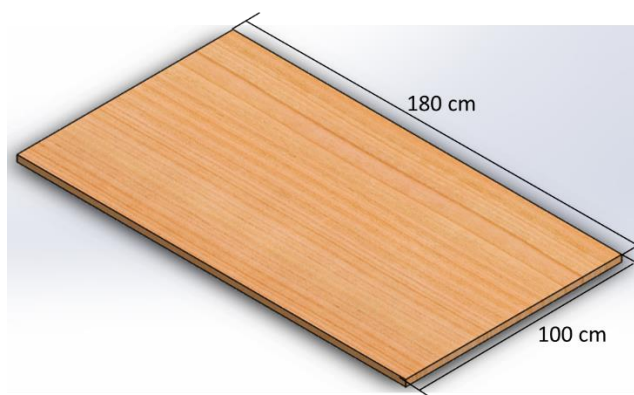


Figura 4.22 Cubierta.
Fuente: Solidworks 2016.

La cubierta tiene un largo de 180 cm y un ancho de 100 cm, con un grosor de 3 cm (Figura 4.22).

Patatas

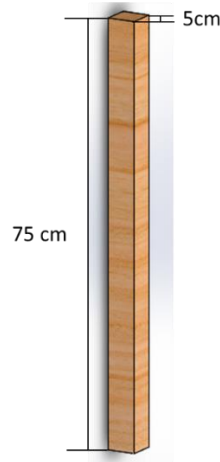


Figura 4.23 Pata.
Fuente: Solidworks 2016.

Las patas deben de ser cuatro, con una altura de 75 cm y 5 cm por cada lado (Figura 4.23).

Bastidor del ancho de la mesa

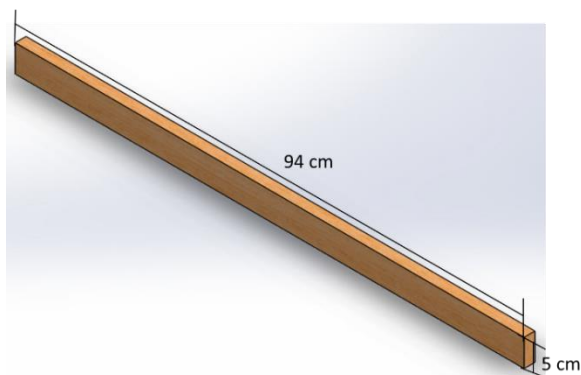
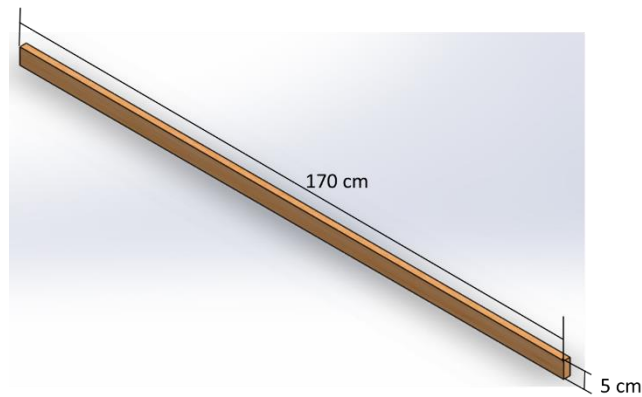


Figura 4.24 Bastidor de la ancho de la mesa.
Fuente: Solidworks 2016.

Los bastidores deben de ser dos, con un largo de 94 cm y 5 cm de ancho, con un grosor de 2 cm (Figura 4.24).

Bastidor del largo de la mesa

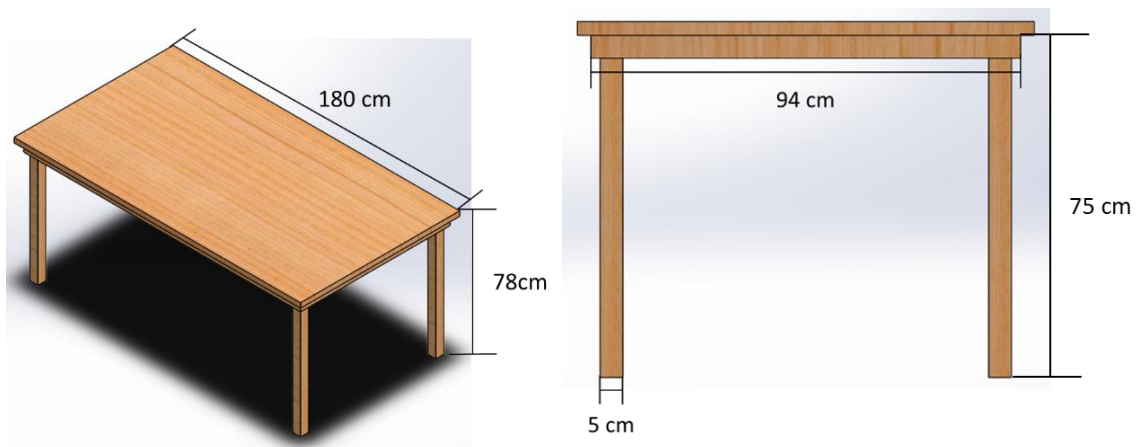


*Figura 4.25 Bastidor del largo de la mesa.
Fuente: Solidworks 2016.*

Los bastidores del largo de la mesa deben ser dos, con un largo de 170 cm y un ancho de 5 cm, con un grosor de 2 cm (Figura 4.25).

Resultado del diseño de la mesa

Por último, se presentan el diseño final de la mesa ya ensamblada, podemos apreciar que el diseño realizado, ya es antropométricamente con respecto a las medidas de los alumnos.



*Figura 4.26 Diseño de la mesa ensamblada.
Fuente: Solidworks 2016.*

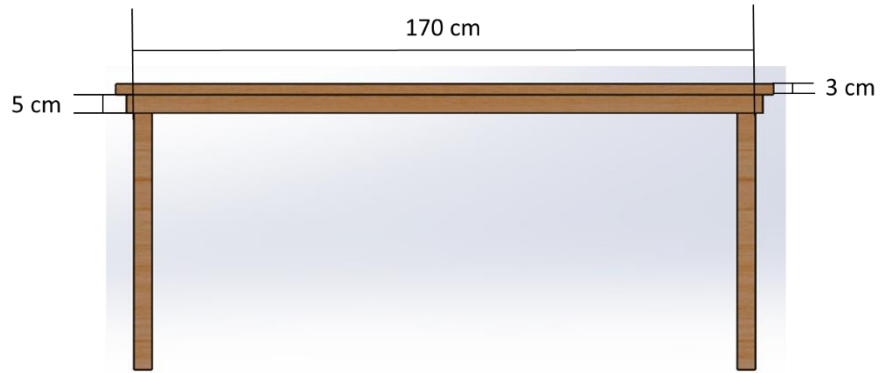


Figura 4.27 Diseño de la mesa ensamblada.
Fuente: Solidworks 2016.



Figura 4.28 Diseño de la mesa ensamblada.
Fuente: Solidworks 2016.

Conclusión

La información recabada entre los alumnos, la silla y la mesa en la nave industrial de las instalaciones del ITSM, permitió detectar situaciones en las que el alumno se encuentra vulnerable a enfermedades que atenten contra su salud. Al realizar estos estudios se pudo comprobar que no existe similitud entre las medidas actuales del mobiliario estudiado con respecto al alumno, por ello, la adaptación al realizar las actividades no es la más segura. De esta manera, es necesario orientar y reforzar los diseños actuales con los que cuenta la Nave Industrial.

La realización de la encuesta formo una parte importante de este diseño, sirvió como base de apoyo para conocer aspectos que el alumno consideraba por parte del mobiliario proporcionado por la Nave Industrial, estas respuestas formaron parte para el diseño propuesto en este proyecto. Se propone un diseño de una silla y una mesa escolar que cumple con las medidas antropométricas del alumno de la carrera de ingeniería industrial del sistema escolarizado del ITSM con base a los estudios realizados. Con la aplicación de la T de student se pudieron comparar datos entre la silla, mesa y el alumno, para poder conseguir un resultado final y obtener las medidas correctas para poder proponer un diseño antropométrico de la silla y mesa de la Nave Industrial.

Un buen diseño para la silla y mesa, debe permitir al alumno realizar sus actividades de una manera cómoda, y de esta manera el alumno pueda realizar diversos movimientos sin afectar su salud física, este diseño tendrá que permitir la movilidad de las piernas, brazos sin ocasionar algún estiramiento en usarlo.

Por último, con todo lo realizado y tomando los datos obtenidos de las medidas antropométricas comparadas con la prueba T de student, y obteniendo el nuevo diseño de la silla y mesa escolar, se puede rechazar la hipótesis planteada: Las actuales medidas de los bancos y mesas ofrecidas por la nave industrial cumplen antropométricamente con las medidas para los alumnos de las carreras de ingeniería Industrial del sistema escolarizado del ITSM, de esta forma, es necesario aceptar la hipótesis alternativa, la cual respalda la elaboración de un nuevo diseño para la mesa y silla escolar de la Nave Industria

Bibliografía

- AdearArgentina. (2016). *Adear*. Obtenido de <http://adeargentina.org.ar/segun-ia.html>
- AEE. (2018). *Asociación española de ergonomía*. Obtenido de <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>
- Alfaro, M. G.-C. (2007). *Evaluación y Acondicionamiento Ergonómico*. Obtenido de Publicación electrónica del Instituto Nacional de:
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Aplicaciones/ficherosCuestionarios/naranja.pdf>
- ANAYA, B. (1983). *Fatiga en el trabajo* (Vol. 1). Barranquilla.
- Aquiles Gay, L. S. (1892). Obtenido de
<http://www.faud.unsj.edu.ar/descargas/LECTURAS/Diseno%20Industrial/OBLIGATORIA/3.pdf>
- ARRIAGA, J. (1980). La Fatiga en el trabajo y su influencia en la productividad. *Salud y Trabajo*, 21-26.
- Asensio-Cuenca, S. (2012). Evaluación ergonómica de puestos de trabajo. En S. Asensio-Cuenca, *Evaluación ergonómica de puestos de trabajo*. Filipinas: Paraninfo, SA.
- BRONCANO, M. (08 de 06 de 2015). *Observatorio de la Accesibilidad*. Obtenido de COCEMFE:
<https://www.observatoriodelaaccessibilidad.es/espacio-divulgativo/articulos/trabajo-fisico-esfuerzos-posturas-movimientos-repetitivos.html>
- Bürdek, B. E. (1989). Obtenido de <https://catedrad3.files.wordpress.com/2009/04/metodologia-de-diseno.pdf>
- Cabello, E. V. (2010). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Obtenido de Centro Nacional de Nuevas Tecnologías:
<http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseno%20del%20puesto/DTEAntropometriaDP.pdf>
- Cabello, E. V. (2018). Antropometría. *Ministerio de trabajo e inmigración: Instituto nacional de seguridad en el trabajo*, 21.
- Camargo, N. E. (1997). *Diseño industrial y ergonomía*. Ciudad de México, Villa Quietud, Coyoacán, México.
- Carmen Madríz Quirós, A. R. (Octubre-Diciembre 2008). Estudio antropométrico para el diseño de mobiliario para niños de edad escolar en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 12.

-
- CHAUCHARD, P. (1971). *La Fatiga*. Barcelo: Oikos. tan S,A.
- Cosar, R. C. (2012). *Ministerio de trabajo y asuntos sociales* . Recuperado el 10 de Octubre de 2019, de https://www.cnae.com/ficheros/files/prl/ntp_242.pdf
- DESOLLE, H. (1886). *Medicina del Trabajo* (Vol. 1a. edicion en espeañol). Barcelona: mason.
- DOPPLER. (2009). Trabajo y salud. En E. m. ergonomia. Madrid.
- DOUGLAS, R. (1978). Curso de medicina del trabajo. *Ministerio de Salud Publica*, 186-190.
- Eames, C. (2012). *conicyt.cl*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/arq/n49/art10.pdf>
- el servier*. (2016). Obtenido de <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-salud-laboral-la-ergonomia-planificacion-13759>
- Fernandez, J. A. (Diciembre de 2008). La importancia de la ergonomia en clase. Granada.
- FLORES, A. C. (2007). *INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL* . Obtenido de <file:///C:/Users/HP/Desktop/Art%20Protocolo/Factores%20de%20riesgo%20ergonomicos.pdf>
- Gómez-Conesa, A. (21 de 02 de 2018). Obtenido de [elsevier.es](http://www.elsevier.es):
<http://www.elsevier.es/Historiadelaergonomia>
- Hernández, C. (2004). *Manual de ergonomía. Incrementar la calidad de vida en el trabajador*. Obtenido de www.consumer.es/web/es/educacion/escolar
- HOUSSAY, B. (1971). *Fisiologia del ejercicio, Fisiologia Humana*. La Habana.
- Laurig, W. (1992). Obtenido de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/29.pdf>
- LLANEZA. (2014). Sobre la Ergonomía y el 25 aniversario de la AEE. En *Formación de Seguridad laboral* (pág. 138). Madrid.
- López, R. C. (Julio de 2009). *Ciencia y trabajo*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Renata_Santos14/publication/28322445_La_Importancia_de_la_Clasificacion_Internacional_de_Enfermedades_en_los_Certificados_de_Salud/links/0deec53ad5a8719b50000000/La-Importancia-de-la-Clasificacion-Internacional-de-Enfe

-
- Luttmann, D. r. (2004). Prevencion de trastornos musculoesqueleticos en el lugar de trabajo. En D. r. Luttmann, *Prevencion de trastornos musculoesqueleticos en el lugar de trabajo*. Francia: Lang/Metze Atelier f:50, berlin.
- Malaga, U. d. (Diciembre de 2004). *Servicio de previnción de riesgos laborales*. Recuperado el 10 de Octubre de 2019, de https://www.uma.es/prevencion/navegador_de_ficheros/navegador_de_ficheros/descargar/Area%20Ergonomia/criteriostecnicosmobiliariooficina.pdf
- Mondelo, P. (2000). *Ergonomia 3. Diseño de puestos de trabajo*. Mexico: Alfaomega.
- MONDELO, P. (2000). *Fundamentos de la ergonomia I*. Mexico: AlfaOmega.
- Navarro, F. (2018). *revistadigital.inesem*. Obtenido de <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/que-es-la-ergonomia/>
- Ormaza, M. P. (30 de 03 de 2015). *Procedimiento para el diagnóstico del diseño físico de los*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360442335003>
- Potter, N. (1999). Obtenido de http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/docentes/trabajos/3851_9047.pdf
- Quirós, C. M. (05 de Septiembre de 2008). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835614.pdf>
- Rapoport, A. (2003). Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/Cultura_arquitectura_y_diseno._Amos_Rapo.pdf
- Roberto Sampieri. (2010). Metodologia de investigacion . En R. Sampieri, *Metodologia de la investigacion 5ta edicion* (pág. 607). Mexico: Mc Graw Hill.
- RODAHL, P. A. (1985). *Fisiologia del trabajo Fisico*. Bogota: Medica-Panamericanos.
- Rodríguez-Ruíz, Y. (14 de Febrero de 2011). *Redalyc*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3604/360433575002.pdf>
- Rosmery Nariño Lescay, A. A. (2005). ANTROPOMETRÍA. *Revista EIA*, 14.
- SEP. (2014). Diseño de Mobiliario. En SEP, *Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcciones e instalaciones*. México: INIFED.

SEP. (2014). DISEÑO DE MOBILIARIO TOMO III. *NORMAS Y ESPECIFICACIONES, PARA ESTUDIOS, PROYECTOS, CONTRUCCION E INSTALACIONES.*, 19.

Soto, A. D. (2019). *Procedimiento de evaluación de riesgo ergonomico*. Obtenido de <https://w3.ual.es/GruposInv/Prevencion/evaluacion/procedimiento/A-Espacio%20de%20trabajo.pdf>

Vargas, C. (13 de 05 de 2013). *Redalyc*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477947373001>

WILSON, J. R. (2014). *Elsevier*. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32206795/2.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1537212291&Signature=Zd0Oyvvd3wtov7DLn7cSaei8vus%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DFundamentals_of_systems_ergonomics_human.pdf

Anexos

Anexo A.

Encuesta

Instrucción: Solicitamos exprese su opinión sobre los siguientes aspectos, escribiendo el número correspondiente en el recuadro de la derecha a cada enunciado, según la siguiente escala.

Totalmente De Acuerdo	De Acuerdo	Regular	En Desacuerdo	Totalmente En Desacuerdo
5	4	3	2	1

¿La altura del asiento del banco que existe en la nave industrial es cómoda para ti?	
¿El ancho del asiento del banco que existe en la nave industrial es cómoda para ti?	
¿Es necesario el uso de un cojín en el asiento del banco para evitar molestias?	
¿Los bancos de la nave industrial te permiten concentrarte después de 2 horas de uso constante?	
¿Te gustaría que el banco fuera reemplazado por una silla con respaldo?	
¿La altura del respaldo de la silla te permitiría apoyar adecuadamente tu espalda?	
¿El ancho del respaldo de la silla sería adecuado para apoyar tu espalda?	
Al término de la clase, ¿sientes dolor de espalda a causa de los bancos?	