

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN INGENIERIA EN PROCESOS INDUSTRIALES**



**“ANÁLISIS Y MEJORA ERGONÓMICA DE UNA ESTACIÓN DE  
TRABAJO.”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
**MAESTRÍA EN INGENIERIA**

PRESENTA:  
**LORENZO ARMENTA HIGUERA**

DIRECTORA DE TESIS:  
**M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE**

**MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, NOVIEMBRE DE 2007**

## INDICE

Hipótesis.	4
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
Antecedentes.	6
Introducción.	9
I. MARCO TEORICO.	10
1.1 La Ergonomía y el trabajo.	11
1.2 Definiciones de interés en Ergonomía.	12
1.3 Estructura legal de la ergonomía.	15
1.3.1. Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	16
1.3.2. Ley Federal del trabajo	17
1.3.3. Ley del Seguro Social	18
1.3.4. Reglamentos de la S T y P S.	18
1.3.5. Reglamento interior de trabajo.	20
1.4 Antropometría y biomecánica ocupacional.	21
1.4.1. Antecedentes.	21
1.4.2. Adaptabilidad de la persona a las instalaciones y herramientas.	22
1.4.3. Los problemas del rendimiento del trabajador.	23
1.4.4. Los accidentes y las enfermedades de trabajo.	23
1.4.5. Consideraciones antropométricas en el análisis de una estación de trabajo.	24
1.4.6. Biomecánica ocupacional.	24
1.5 Factores sensoriales.	25
1.5.1. Ruido.	25
1.5.2. Iluminación.	27
1.5.3. Vibración.	28
1.5.4. Temperatura.	29
1.5.5. Agentes contaminantes.	31
1.6 Ergonomía, productividad y calidad.	32
1.6.1. Generalidades.	32
1.6.2. Ergonomía y productividad.	32
1.6.3. Ergonomía y calidad.	32

II.	ANÁLISIS Y MEJORA DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO.	33
	2.1 Análisis ergonómico de una estación de trabajo.	34
	2.2 Mejora de la estación de trabajo piloto.	35
	2.2.1. Los doce principios de la Ergonomía.	36
	2.3 Análisis y mejora de una estación de trabajo en la empresa Gulfstream.	37
	FASE I: Descripción de la estación de trabajo.	37
	FASE II: Estudio del trabajo.	40
	FASE III: Selección de herramientas de evaluación.	40
	FASE IV: Casos de análisis y propuestas de mejora de la estación de trabajo.	43
III.	RESULTADOS Y CONCLUSIONES.	52
	ANEXOS.	56
	ANEXO A: NOM de límites máximos de emisión de ruido.	57
	ANEXO B: Niveles mínimos de iluminación según NOM-025-STPS-1999.	74
	ANEXO C: Equipos de medición de factores ambientales utilizados	76
	ANEXO D: Estudio de las medidas antropométricas estándar de los Mexicanos entre los 18 y 55 años.	79
	REFERENCIAS.	87

## **HIPÓTESIS.**

Al aplicar un análisis y mejora ergonómica en la estación de trabajo donde se elabora el sub-ensamble 1159B5001-800-29, en la empresa GULFSTREAM de Mexicali, Baja California, se observará una mejora en la productividad de al menos un 15% de la productividad actual. También habrá una mejora sustancial de la calidad del producto y una disminución del ausentismo del operador de dicho ensamble.

## **OBJETIVO GENERAL.**

Realizar los estudios necesarios requeridos para asegurar que la estación de trabajo donde se efectúa el remachado del sub-ensamble 1159B5001-800-29, en la empresa GULSTREAM sea ergonómica, esto tendiente a mejorar la productividad de al menos el 15% sobre la productividad actual de la misma.

## **OBJETIVO ESPECIFICO.**

1. Analizar el marco legal de las empresas en materia de ergonomía .
2. Hacer un estudio ergonómico en la empresa GULSTREAM, para revisar y proponer mejoras de los factores ergonómicos más importantes tales como: ruido, vibración, iluminación, temperatura y posturas de trabajo, todo con la finalidad de prevenir enfermedades de trabajo e incrementar la productividad.

## **ANTECEDENTES.**

El análisis de los útiles que el hombre construyó nos muestra unas flechas, hachas, arcos, etc... en los cuales estaban presentes las capacidades humanas y las características de los materiales. Las variables eran: materiales ( hueso, piedra, madera, hierro..) capacidades y limitaciones de las personas (dimensiones de los dedos, de la mano, longitud del brazo..), lo cuales son fácil identificables en los restos arqueológicos hallados.

Leonardo da Vinci, en sus cuadernos de anatomía(1498), investiga sobre el movimiento de los segmentos corporales, de tal manera que se puede considerar el precursor directo de la moderna biomecánica; los análisis de Durero recogidos en el arte de la medida (1512) sobre estudio de los movimientos y la ley de proporciones sirvió de inicio para la moderna antropometría .

Juan de Dios Huarte en “Examen de Ingenios” (1575), busca la adecuación de los profesionistas a las posibilidades de las personas.

Ramazzini publica en el siglo XVII el primer libro donde se describen las enfermedades relacionadas con el trabajo: afecciones oculares que padecían los trabajadores que intervenían en la fabricación de pequeños objetos; también realiza estudios muy interesantes sobre la sordera de los caldereros de Venecia. **[1]**.

Cabe señalar como fecha de surgimiento de la ergonomía el 12 de Junio de 1949. Ese día se celebró una reunión en Altamirantazgo, donde se formaron un grupo interdisciplinario de todos aquellos interesados en los problemas laborales humanos (Edholm y Murrell, 1973). Después en otra reunión celebrada el 16 de febrero de 1950, se adoptó el termino “Ergonomía” y se originó la nueva disciplina.

La palabra Ergonomía fue acuñada a partir de los términos griegos ergon: trabajo y nomos: leyes naturales. [2].

En 1919, al celebrarse el tratado de paz de versalles, se crea en el mismo, la organización internacional del trabajo. La protección del trabajador contra afecciones, enfermedades y lesiones originadas en el desarrollo de su trabajo, fue uno de los objetivos primordiales de la misma.

En 1930 apareció en Francia la primera revista que se ocupó de temas encaminados a conocer y cuantificar el esfuerzo humano en relación con su circunstancia laboral. [1]

Durante la segunda guerra mundial, estudios ergonómicos fueron aplicados a programas militares.

El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) reportó en sus estadísticas que en el año de 1979, aumentaron considerablemente los riesgos de trabajo. Durante el periodo 1974-1978 el índice de los mismos fue de 11.8% que paso a 18.9% en 1979.

Se atendieron en ese año 58500 trabajadores víctimas de un riesgo profesional. (INEGI, 1979).

Con el tratado de libre comercio de América del norte (TLC), los cambios en cuestión de seguridad y salud en el trabajo han sido muy importantes.

Tanto la Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STYPS) como el Instituto Mexicano del Seguro Social que son las instituciones públicas en México en este ramo han hecho su parte, solo por mencionar un ejemplo la STYPS reformó su

estatuto interno y transformó la dirección de seguridad en el trabajo en dirección general de seguridad e higiene en el trabajo.

Por su parte, el IMSS emprendió un proceso de modernización y reestructuración orientada a compactar su estructura para mejorar la eficiencia y calidad de los servicios y presentó la propuesta para la nueva ley del seguro social el 22 de diciembre de 1995, la cual fue aprobada y entro en vigor en julio de 1997.

Referente al seguro de riesgos de trabajo, se creo un sistema de clasificación y cotización que evalúa a cada empresa en particular, de acuerdo con su propia historia de seguridad y casos de accidentes. **[3]**

Las modificaciones antes mencionadas dan una idea de que nos encontramos en el momento de poder implantar en las empresas, sistemas que cada vez le den la garantía al trabajador de que se desenvolverá en ambientes saludables, tanto física como psicológicamente, lo anterior son algunos de los puntos que procura un sitio ergonómico para el trabajador, ya que, al adecuarle su lugar de trabajo a sus necesidades, este podrá desempeñarse de una mejor manera, sin fatiga ni riesgos de enfermedades profesionales, en este trabajo se presentaran los factores mas importantes y su análisis para lograr lo anterior, con el objetivo de hacer mas productivas la tareas en el trabajo.

## **INTRODUCCIÓN.**

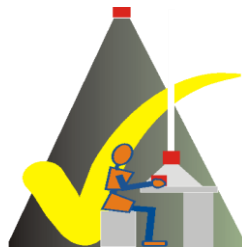
El presente trabajo, define en la unidad I de una forma sencilla los conceptos y bases para entender el aspecto ergonómico en una empresa, no solo desde el punto de vista conceptual, va más allá al hacer un resumen de los principales aspectos legales que rigen ésta disciplina dentro de un ambiente laboral. El objetivo de la unidad I, es que de la manera antes mencionada, quienes lean el presente documento, tengan información suficiente para poder aplicar éstos conceptos en su ambiente laboral e inclusive personal.

En la unidad II se hace un análisis ergonómico de una estación de trabajo, presentando casos concretos y las propuestas para mejorar la situación de fatiga del trabajador. En la mencionada unidad se analizan los factores tanto ambientales de ruido, temperatura, luminosidad, así como las medidas de herramientas, equipo y disposición de la estación de trabajo, comparando éstas con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

La unidad III, hace una comparación del trabajo analizado y los beneficios que traería para las empresas el aplicar análisis del tipo presentados aquí, ya que las estadísticas del IMSS a nivel nacional, nos hacen ver que existen una gran cantidad de enfermedades de trabajo, las cuales podrían reducirse en gran medida si reducimos los riesgos que muchas de las ocasiones se presentan, por no tener estaciones de trabajo ergonómicas

# CAPÍTULO I

## MARCO TEORICO



## **1.1. LA ERGONOMÍA Y EL TRABAJO.**

La ergonomía se define la ciencia que tiene como función principal ayudar a que el ser humano interactúe más cómoda y eficientemente, en forma segura y saludable con su medio ambiente, ya sea en el hogar, trabajo o campo de deporte.

**[1]**

La empresa Sony de Mexicali, menciona que los inicios de la ergonomía en el trabajo datan de 1980, aproximadamente, las empresas se dieron cuenta que obtenían mejores resultados cuando las instalaciones de la planta se adecuaban al trabajador y no el trabajador a éstas. A más de dos décadas de esto, se han realizado múltiples y variados estudios con el objetivo de demostrar que la ergonomía ayuda a hacer más eficientes las actividades laborales, asimismo a tener trabajadores más satisfechos con sus actividades, además de reducir los accidentes y enfermedades profesionales. **[4]**

Por todo lo anterior me pareció interesante aplicar esta información para proponer mejoras en una empresa local a fin de que se vea reflejado en un aumento de su productividad.

Entre otros los cambios referentes a la ergonomía en una empresa que se abordaran serán:

1. Rediseño de áreas de trabajo, cuando provoquen fatiga.
2. Manejo de herramientas en forma segura y sin fatiga.
3. Métodos para manejar cargas, sin representar fatiga para el trabajador.
4. Plantear métodos para trabajar en diferentes posiciones cuando esto sea necesario.
5. Medición de los factores ambientales (luz, ruido, vibraciones, temperatura).

En la medida que se logre implantar estos cambios, el trabajador sufrirá menos fatiga y por lo tanto su energía será proyectada a hacer sus actividades en una forma más productiva.

## **1.2. DEFINICIONES DE INTERÉS EN ERGONOMÍA.**

Hay muchas personas que no están relacionadas con los conceptos generales de ergonomía, de hecho, cuando escuchan hablar de ésta aunque estén relacionados diariamente con este concepto no lo relacionan con su entorno. En el apartado anterior se explicó la relación que existe entre esta ciencia y el trabajo, el objetivo de este apartado es definir en una forma sencilla y clara la terminología relacionada a esta área.

**ANSI.** American National Standard Institute: Instituto Nacional de Estándares de EEUU. Es una organización sin fines de lucro que coordina actividades voluntarias de estandarización. Ayuda a quienes usan estándares tanto en el sector privado como el gubernamental

**Antropometría.** Es la rama de las ciencias humanas que estudia las mediciones del cuerpo.

**Controles administrativos.** Procedimientos y métodos, definidos por el empleador, que reducen significativamente la exposición a factores de riesgo mediante modificaciones a la forma en que se desempeñan las tareas, por ejemplo, rotación de puestos, ajustes al ritmo de trabajo.

**Controles de ingeniería.** Cambios físicos a la tarea que controlan la exposición a riesgos. Por ejemplo proveer de sillas ajustables.

**Ergonomía.** Es la ciencia del trabajo, que elimina las barreras que se oponen a un trabajo humano seguro, productivo y de calidad mediante el acondicionamiento de las tareas, ambiente y herramientas al trabajador.

**Factores humanos.** En Estados Unidos de Norte América, es utilizada como sinónimo de ergonomía, ya que así se nombró a esa rama desarrollada, enfocada al rendimiento de las personas.

**Fuerza.** Cantidad de esfuerzo muscular requerido para desarrollar una tarea. Generalmente a mayor necesidad de fuerza mayor es el riesgo de trabajo.

**Lesión laboral.** Es cualquier daño que sufra un trabajador, la cual deriva de un evento relacionado con el trabajo.

Algunos ejemplos de lesión laboral son:

- ✚ Síndrome de túnel del carpo.
- ✚ Ciática.
- ✚ Hernia discal intervertebral.
- ✚ Lumbago.

**Manejo manual de materiales.** Tareas realizadas por personas, incluyendo levante, transporte y movilización de materiales, realizadas sin ayuda de elementos mecánicos.

**NIOSH.** National Institute Occupational Safety and Health: instituto nacional de salud y seguridad en el trabajo en EEUU.

**OSHA.** Occupational safety and health administración: administración de salud y seguridad ocupacional, dependiente de la secretaria del trabajo EEUU.

**STYPS.** Secretaria del trabajo y previsión social de México.

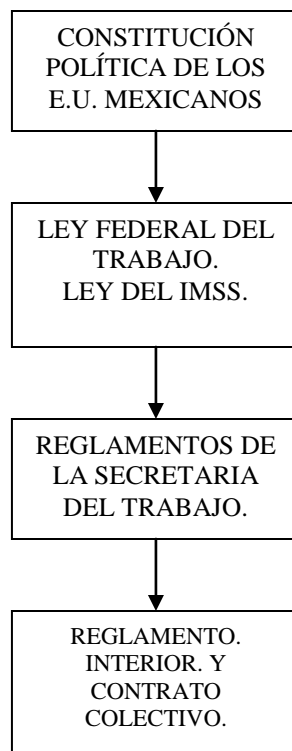
**Posturas forzadas.** La postura es la posición que adquiere el cuerpo al desarrollar las actividades del trabajo. Una postura forzada esta asociada con un mayor riesgo de lesión. Se entiende que mientras mas se desvía una articulación de la posición normal, mayor será el riesgo de lesión.

**Repetición.** Es el número de acciones similares realizadas durante una tarea. Ensamblar 20 unidades por hora por ejemplo. A medida que aumenta el número de repeticiones aumenta el número de riesgo. **[5]**

**Enfermedad profesional.** Es el estado patológico que sobreviene por una causa repetida durante largo tiempo, como obligada consecuencia de la clase de trabajo que desempeña la persona, o del medio en que tiene que trabajar y que produce en el organismo una perturbación funcional permanente, pudiendo ser originada por agentes químicos, físicos, biológicos, de energía o psicológicos. **[3]**

### 1.3. ESTRUCTURA LEGAL DE LA ERGONOMÍA.

Conocer el sustento legal de cualquier área que estemos manejando es muy importante, ya que de no ser así podríamos vernos envueltos en problemas legales, sobre todo cuando se trata de que estamos representando a una empresa, ya que a esta será a la entidad legal que se le fincará responsabilidad en caso de un accidente, o simplemente no respetar los derechos de los trabajadores en el aspecto ergonómico. Un diagrama estructural se muestra en la fig. 1-1.



*fig. 1-1. marco legal de la ergonomía en México.*

### **1.3.1. Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.**

A continuación se detallan las fracciones del artículo 123 constitucional que maneja de alguna forma lo relativo a los accidentes y enfermedades profesionales que tienen relación con la ergonomía.

**Artículo 123 fracción XIV.** Los empresarios serán responsables de los accidentes de trabajo y de las enfermedades profesionales de los trabajadores, sufridas con motivo o en ejercicio de la profesión o trabajo que ejecuten; por lo tanto, los patronos deberán pagar la indemnización correspondiente, según que haya traído como consecuencia la muerte o simplemente incapacidad temporal o permanente para trabajar, de acuerdo con lo que las leyes determinen. Esta responsabilidad subsistirá aun en el caso de que el patrón contrate el trabajo por un intermediario.

**Artículo 123 fracción XV.** El patrón estará obligado a observar, de acuerdo a la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y adoptar medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte en mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores, y del producto de la concepción, cuando se trate de mujeres embarazadas. Las leyes contendrán, al efecto, las sanciones precedentes en cada caso. **[6]**

### **1.3.2. Ley federal del trabajo.**

La ley federal del trabajo también estipula en algunos de sus artículos sobre los riesgos de trabajo. A continuación se detallan estos.

#### **Titulo noveno. Riesgos de trabajo.**

**Artículo 472.** Las disposiciones de este titulo se aplican a todas las relaciones de trabajo, con la limitación consignada en el artículo 352(no aplica a talleres familiares).

**Artículo 473.** Riesgo de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.

**Artículo 474.** Accidente de trabajo es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se presente.

Quedan incluidos en la definición anterior los accidentes que se produzcan al trasladarse el trabajador directamente de su domicilio al lugar de trabajo y de este a aquel.

**Artículo 475.** Enfermedad de trabajo es todo estado patológico derivado de la acción continua de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo. [7]

### **1.3.3. Ley del seguro social**

La ley del seguro social en su título segundo del régimen obligatorio en el capítulo I generalidades, menciona:

**Artículo 11.** El régimen obligatorio comprende los seguros de:

- I. Riesgos de trabajo.
- II. Enfermedades y maternidad.
- III. Invalidez y vida.
- IV. Retiro cesantía de edad avanzada y vejez. **[3]**

### **1.3.4. Reglamentos de la secretaria del trabajo y previsión social.**

La secretaria del trabajo y previsión social a través de la subsecretaría del trabajo, seguridad y previsión social: dirección general de seguridad y salud en el trabajo. Establece:

Reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo.

#### **Titulo tercero. Condiciones de higiene.**

##### **Capitulo primero.** Ruido y vibraciones.

**Artículo 76.** En los centros de trabajo en donde por los procesos y operaciones se generen ruido y vibraciones, que por sus características, niveles y tiempo de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores, el patrón deberá elaborar el programa de seguridad e higiene, conforme a las normas aplicables.

**Artículo 77.** El patrón es responsable de instrumentar en los centros de trabajo los controles necesarios en las fuentes de emisión, para no exceder los

niveles máximos permisibles del nivel sonoro continuo equivalente y de vibraciones, de acuerdo a las normas respectivas.

**Artículo 78.** Será responsabilidad del patrón que se practiquen los exámenes médicos específicos a los trabajadores expuestos a ruido o vibraciones y adoptar las medidas pertinentes para proteger su salud, en los términos y condiciones que señalen las normas correspondientes.

#### **Capítulo séptimo. Iluminación.**

**Artículo 95.** Las áreas, planos y lugares de trabajo, deberán contar con las condiciones de iluminación adecuadas al tipo de actividad que se realice, de acuerdo a la norma correspondiente.

**Artículo 96.** El patrón deberá realizar y registrar el reconocimiento, evaluación y control de las condiciones y niveles de iluminación de las áreas, planos y lugares de trabajo, tomando en cuenta el tipo de intensidad de la fuente lumínica, de acuerdo a la norma correspondiente.

**Artículo 97.** Será responsabilidad del patrón que se practiquen los exámenes médicos a los trabajadores que desempeñen actividades que requieran de iluminación especial y adoptar las medidas correspondientes de acuerdo a las normas respectivas.

**Artículo 98.** En los lugares del centro de trabajo en los que la interrupción de la iluminación artificial represente un peligro para los trabajadores, se instalarán sistemas de instalación eléctrica de emergencia.

## **Capítulo décimo. Ergonomía.**

**Artículo 102.** La secretaria promoverá que en las instalaciones, maquinaria, equipo o herramienta del centro de trabajo, el patrón tome en cuenta los aspectos ergonómicos, a fin de prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.

### **1.3.5. Reglamento interior de trabajo.**

En lo que al reglamento interior de trabajo se refiere, cada organización lo maneja con su propia política, sin embargo, en materia de ergonomía la mayoría se basa en las leyes y reglamentos anteriormente expuestos. Enseguida algunos ejemplos tipo.

**La empresa placas termodinámicas s.a. de c.v.** Menciona en su reglamento interior de trabajo capítulo séptimo: indicaciones para evitar que se realicen los riesgos profesionales e instrucciones para prestar los primeros auxilios en caso de accidente, lo siguiente:

**Artículo 39.** La empresa deberá adoptar las medidas necesarias para prevenir los riesgos de trabajo en el uso de la maquinaria, instrumentos y material de trabajo, así como para evitar que los contaminantes excedan el uso permitido en los reglamentos que expidan las autoridades correspondientes. [9]

**La empresa Televisores y componentes de Mexicali. (antes SONY)** También dedica algunos artículos en materia de ergonomía y seguridad en el trabajo. Entre los más importantes está el siguiente:

## **Capitulo V. De la prevención y curación de accidentes.**

**Artículo 21.** Los trabajadores están obligados a usar todos y cada uno de los equipos de protección que la empresa les proporcione y en la forma que se les indique y sin cambiar de ninguna manera los aditamentos que se pongan a su disposición. El equipo de protección deberá usarse absolutamente todo el tiempo que sea necesario. [10]

### **1.4. ANTROPOMETRÍA Y BIOMECÁNICA OCUPACIONAL.**

#### **1.4.1. Antecedentes.**

Desde tiempos muy remotos se ha considerado al trabajador como una parte muy compleja de un sistema de producción o de servicio. F.W. Taylor a finales del siglo XIX, y los Gilbreth en 1912, observaron específicamente que la capacidad física de un trabajador, debía ser tomada en cuenta al diseñar un trabajo, a fin de maximizar el rendimiento del sistema total. De hecho, los Gilbreth hicieron estudios cuantitativos de cada posibilidad, los cuales hasta la fecha han servido de base en muchos casos para la distribución de los lugares de trabajo. Las dimensiones corporales del trabajador fueron presentadas Le-gros y Weston.[5]

En la actualidad el estudio del tamaño, movilidad y forma del cuerpo humano se llama antropometría, es decir se le da mucha mas importancia a las medidas de las personas para el diseño de las estaciones de trabajo, ya que a lo largo del tiempo se demostró que no era funcional ni productivo adaptar al trabajador al lugar de trabajo, sino el lugar de trabajo, las maquinarias y herramientas al trabajador.

De la misma forma en el siglo anterior se empezó a estudiar los efectos del cuerpo a las cargas a que este era esfuerzo por motivo del trabajo.

#### 1.4.2. Adaptabilidad de la persona a las instalaciones y herramientas de trabajo.

Históricamente, se han cometido grandes errores al no considerar al trabajador cuando se diseñan instalaciones y herramientas, esto ocasiona que las personas sufran lesiones temporales o definitivas, dado que al querer adaptarse a las condiciones que no coinciden o con su estatura o movilidad sufren fatiga y si esta es severa puede ocasionar accidentes o enfermedades de trabajo. La fig. 1.2 muestra un ejemplo de un adecuado diseño de instalaciones.

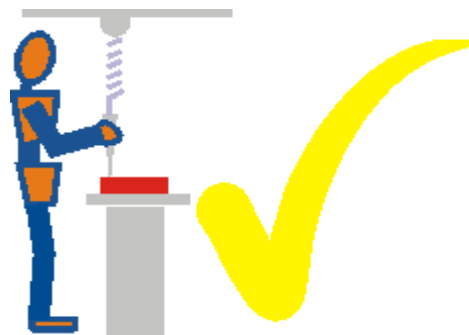


Figura 1.2. Estación de soldadura de tablero electrónico.

### **1.4.3. Los problemas de rendimiento del trabajador**

En muchas ocasiones, cuando visitamos alguna empresa de manufactura de la localidad nos damos cuenta inmediatamente que algunos controles de ingeniería deberían de ser movidos, ya que a menudo vemos personas estirando sus brazos o piernas para alcanzar este o aquel control. Sin embargo, existen muchos problemas a los que el diseño ergonómico se ha enfrentado últimamente, entre éstos se encuentran: las personas de baja estatura, las personas con capacidades diferentes y las personas de edad avanzada, entre otros.

Hace algunos años el analista suponía que si se diseñaba una estación de trabajo con ciertas condiciones como medidas antropométricas, entonces se debía contratar a una persona que reuniera las características de la estación de trabajo, hoy en día este concepto ha cambiado y se toma más en cuenta las características físicas del trabajador para diseñar las estaciones de trabajo.

### **1.4.4. Los accidentes y las enfermedades de trabajo.**

La definición de accidente dice que “acción insegura mas condición insegura es igual a accidente de trabajo”, si no tenemos las instalaciones ergonómicas adecuadas eso se puede convertir en una condición insegura que al ir corriendo o estar apresurado se da el accidente de trabajo. Asimismo al no diseñar mobiliario y equipo ergonómico, como sillas, escritorios, mesas etc., esto puede provocar a que se genere una enfermedad de trabajo, definida como “todo estado patológico creado por las condiciones de trabajo”. También se deben cuidar los factores sensoriales y tóxicos de la empresa, pues son estas una fuente de enfermedades de trabajo.

#### **1.4.5. Consideraciones antropométricas en el análisis de una estación de trabajo.**

Los problemas originados al no contar con espacios adecuados, de acuerdo a las medidas del operador son muchos y muy variados, entre estos se encuentran la incomodidad de personas corpulentas cuando se desempeñan en lugares reducidos o personas pequeñas al querer tomar herramientas o equipos y materiales que no están a su alcance. En este caso será necesario rediseñar la estación para adecuarla a las necesidades de estas situaciones particulares. Siempre será útil, desde luego, tener a la mano las mejores descripciones de las características de la población trabajadora para no caer en mejoras o adecuaciones innecesarias de las estaciones de trabajo.

#### **1.4.6. Biomecánica ocupacional.**

Hacia finales del siglo XIX, los anatomistas comenzaron a describir los movimientos humanos y las cargas de fuerza en términos cinemáticos. Esos primeros estudios condujeron a la ciencia multidisciplinaria llamada “biomecánica” o sea el estudio de las reacciones mecánicas del cuerpo ante las cargas externas e inerciales. Hoy en día existen varias aplicaciones distintas de la biomecánica. La “biomecánica de impacto” estudia los problemas a que dan lugar las fuerzas externas repentinas que actúan sobre el cuerpo (por ejemplo, la colisión de un vehículo a la caída desde cierta altura, las cuales producen por lo general un trauma agudo. La “biomecánica ocupacional” se refiere más bien a los actos volitivos (levantar cargas, empujar carretillas, etc.), en los cuales el sistema

músculo esquelético de la persona puede ser cargado al máximo. Este último punto es el objeto de este trabajo.

## **1.5. FACTORES SENSORIALES.**

Hasta ahora se ha analizado las condiciones de apoyo legal a la ergonomía, así mismo se manejaron las medidas y la movilidad corporal. Otro caso de estudio de ergonomía es el análisis de factores que afectan en igual magnitud el desempeño del operador en su ambiente laboral en este campo se encuentran el ruido, la iluminación, la vibración, la temperatura y los agentes contaminantes. Estos de carácter sensorial, se analizaran cada uno por separado en los siguientes apartados.

### **1.5.1. Ruido.**

El ruido se define frecuente y convenientemente como el “sonido no deseado”. Éste es un aspecto de ambiente laboral que ha recibido gran atención durante muchas décadas. De hecho, las encuestas e investigaciones audiométricas se empezaron a llevar acabo antes de estudiar los efectos de la vibración. Esto se debe, probablemente, a que los sitios del cuerpo que reciben los estímulos de ruido (los oídos) son obvios y capaces de ser estimulados directamente, mientras se empleen audífonos adecuados.

El ruido acústico es simplemente sonido no deseado para el que lo escucha posiblemente porque le es molesto o aburrido, porque interfiere con la percepción del sonido deseado o porque es dañino en el nivel fisiológico.

Como el sonido es una vibración que normalmente es experimentada a través del aire, los parámetros de un tono solo son aquellos de un estímulo vibratorio simple: la frecuencia y la intensidad.

En términos de la frecuencia para el oído humano, el sonido se define como energía acústica entre los 2 y los 20 Khertz, que son los límites de frecuencia típicos para el oído. Aunque el oído es capaz de separar todavía los cambios de ondas del aire inferiores a 16 hertz, la sensación se percibe como un “golpeteo”, mientras que cuando son superiores los golpes empiezan a fusionarse para producir una calidad como de tono.

Tal vez el efecto más obvio de la exposición continua al ruido intenso es el daño a la audición, que da como resultado la sordera; sin embargo, éste no es el único efecto de la exposición al ruido.

La sordera producida por el ruido puede ser temporal (hasta 16 horas) o permanente, y estos efectos son descritos comúnmente como cambios de umbral temporales (cut) o como cambios de umbral permanente (cup), respectivamente.

Efectos del ruido en el hombre:

- Incremento de la presión sanguínea.
- Aceleración del ritmo cardíaco.
- Contracción de los capilares de la piel.
- Incremento de metabolismo.
- Incremento de la tensión muscular.
- Afectaciones del sueño.
- Disminución de la capacidad de trabajo físico.

## 1.5.2. Iluminación.

### Características generales de la luz.

En el apartado anterior se mencionó que las características de definición de los estímulos utilizados fueron la intensidad y la frecuencia de la señal; por otro lado con la iluminación, no obstante que la energía luminosa puede concebirse como una energía fluctuante que llega al ojo, los parámetros que definen el estímulo de luz son su intensidad y longitud de onda. El concepto de longitud de onda es similar al de frecuencia, excepto porque la longitud de onda se relaciona más con la distancia entre dos picos del estímulo sinusoidal.

Por lo tanto, la longitud de onda se mide en términos de distancia, pero la distancia entre estos dos picos de energía es muy pequeña, la longitud de onda de la luz se describe en términos de

nanómetros ( $1\text{nm} = 10 \times 10^{-9}$  o un milmillonésimo de metro). La luz visible es simplemente una forma de radiación con una longitud de onda entre 380 y 780nm, y el ojo discrimina entre las diferentes longitudes de onda en este rango por medio de la sensación de color. Lo anterior depende de los colores, por ejemplo el violeta se presenta alrededor de los 400nm.

**Reflejo.** El reflejo es causado cada vez que una parte del campo visual es más brillante que el nivel al que el ojo se ha acostumbrado.

Existen 2 tipos de reflejo. Si existe una interferencia directa con la ejecución visual, esta condición recibe el nombre de reflejo incapacitante, sin embargo, si la ejecución no se ve afectada directamente, pero el estímulo brillante todavía causa

incomodidad, molestia, irritación o distracción, esta condición se llama reflejo de incomodidad.

### **1.5.3. Vibración.**

#### **Características generales.**

La vibración se define simplemente como cualquier movimiento que hace el cuerpo alrededor de un punto fijo. Este movimiento puede ser regular, como el de un peso en el extremo de un resorte, o tener una naturaleza azarosa. La vibración que se experimenta de una maquinaria suele ser compleja, pero es un movimiento regular; sin embargo, mediante el empleo de las técnicas de análisis apropiadas, cualquier movimiento puede ser definitivo en términos de varios componentes complejos.

#### **Efectos de la vibración para la salud.**

Cuando se excita por la vibración, cualquier estructura física puede amplificar la intensidad de la movilidad inducida si se da en ciertas frecuencias y la atenúa en otras. Como el cuerpo humano es una estructura muy compleja (que se compone de diferentes órganos, huesos, articulaciones, músculos, etc.), cada parte tiene frecuencia de resonancia distinta. Por ende, el daño estructural debido a la amplificación de vibración puede ocurrir de repente si el cuerpo vibra como consecuencia de estimulaciones de vibraciones fuertes con frecuencias cercanas a las resonantes.

El daño para la salud que puede causarse por medio de la vibración mecánica tiende a ubicarse en una de dos categorías. La primera contiene los cambios que pueden atribuirse directamente a la frecuencia de vibración, y que

ocurren como consecuencia de las diferentes estructuras corporales que son excitadas a sus frecuencias de resonancia o cerca de ellas. Los efectos en la segunda categoría muestran dependencias menos obvias de la frecuencia y están relacionadas con el “impacto” de los estímulos sobre el cuerpo, esto es, la intensidad y duración de las vibraciones.

#### **1.5.4. Temperatura.**

##### **Características generales.**

Comodidad térmica. Se define a la comodidad térmica como “el estado mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico”. En la comodidad influyen 6 factores principales. Los factores individuales de ritmo metabólico y vestimenta usualmente no están bajo el control del diseñador, quien debe de trabajar con factores ambientales de temperatura del aire de depósito seco, presión de vapor de agua (humedad), velocidad del aire y temperatura radiante.

##### **Stress producido por el calor.**

Para ambientes más extremos el criterio a seguir no es la comodidad, sino el efecto sobre el desempeño (físico y mental) y la salud.

##### **Efectos del calor en la salud.**

Un trabajador expuesto a altos niveles de calor radiante o dirigido puede llegar a sufrir daños en su salud de una o de dos maneras. En la primera, la temperatura alta sobre la piel puede causar un daño sobre el tejido por quemaduras, particularmente si las temperaturas de la piel son superiores a 45 grados c( 113 grados f.). Sin embargo, estos efectos son inmediatamente observables y mientras

no haya enfermedades neurológicas, en circunstancias normales, el dolor hace que el operario retire del calor dañino la parte expuesta de la piel. [5]

Los efectos mas insidiosos de una temperatura elevada en el cuerpo ocurren si la temperatura profunda del cuerpo se incrementa a mas de 42 grados c.(108 grados f), cuando esto ocurre puede presentarse repentinamente un golpe de calor( hipertermia), y esto puede traer la muerte inminente del individuo.

### **Efectos del frio sobre la salud (hipotermia)**

De manera similar a la hipertermia, cualquier enfriamiento significativo del cuerpo o de su temperatura central óptima puede producir riesgos severos para la salud.

Clínicamente, se puede decir que un estado de hipotermia existe cuando la temperatura central del cuerpo es cercana a los 35 grados C (95 grados F). Con temperaturas inferiores, el riesgo de la fatalidad se incrementa, hasta que a temperaturas inferiores a los 30 grados C (86 grados F) es inminente la muerte del individuo, debido a un paro cardiaco.

### **1.5.5. Agentes contaminantes.**

#### **Características generales.**

Toxicología. Es la ciencia que estudia los agentes tóxicos dañinos para los organismos vivos. Que un agente químico sea tóxico o no es relativo, ya que cada sustancia puede producir efectos tóxicos adversos cuando su exposición es suficientemente significativa. La toxicología industrial es una importante rama de la toxicología e incluye la detección de agentes tóxicos, la ciencia del análisis, los mecanismos dañinos, el diagnóstico y la terapia. El propósito de la toxicología industrial es la prevención de los efectos tóxicos dañinos en el ambiente de trabajo.

#### **Toxicología conductual.**

La toxicología de la conducta comprende la determinación, por medio de métodos de pruebas psicológicas, del deterioro de la capacidad funcional del sistema nervioso debido a la exposición de agentes neurotóxicos. Los análisis clínicos consisten en determinar que tan afectada se encuentra una persona y tomar acciones para poder ayudarle a que mejore su problema y consecuentemente su desempeño laboral. [2]

## **1.6. ERGONOMÍA, PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD.**

### **1.6.1. Generalidades.**

El objetivo de la ergonomía es que el trabajador interactúe con su medio en una forma segura y cómoda, para que no sufra lesiones ni enfermedades crónicas profesionales, que lo lleven a quedarse sordo o a severos daños nerviosos entre otros, de acuerdo a lo anteriormente expuesto, si el trabajador esta cómodo en su trabajo no solo puede realizar los estándares considerados de productividad, sino que, además lo hará con calidad y eficiencia.

### **1.6.2. Ergonomía y productividad.**

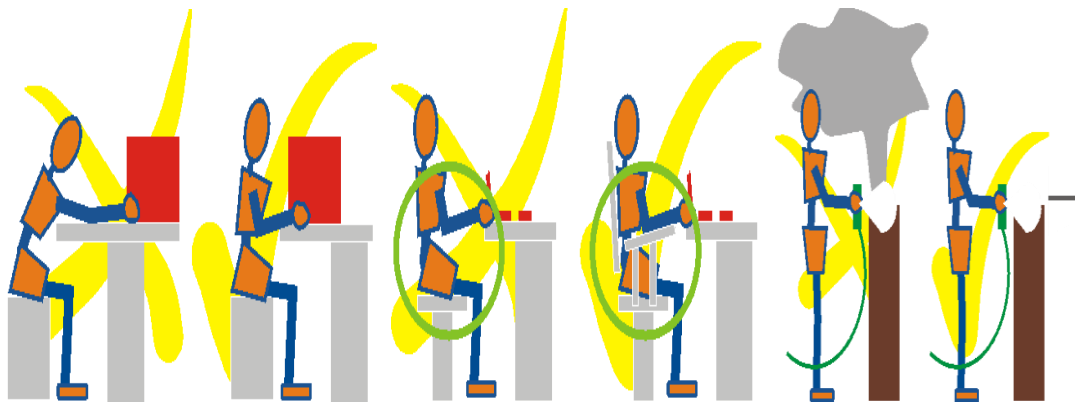
Productividad se define como “el aprovechamiento de los recursos para lograr un resultado deseado”, es decir que si nosotros estamos buscando las condiciones de satisfacción y seguridad del trabajador podremos aprovechar de la mejor forma ese recurso para lograr resultados o estándares esperados. Si el trabajador no gasta energía en estar pensando en su incomodidad, es lógico que esta energía la vaya a utilizar para estar más conciente de las actividades que esta realizando, convirtiéndolo en una persona más productiva.

### **1.6.3. Ergonomía y calidad.**

Análogamente a lo expuesto en el apartado anterior si vemos a un empleado satisfecho, sin fatiga al estar ausentes los factores que pudieran ocasionársela, también vamos a observar a un trabajador que este comprometido con hacer las cosas de calidad, obviamente cuando esta cultura se le ha inculcado. **[6]**

## CAPÍTULO II.

### ANÁLISIS Y MEJORA ERGONÓMICA DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO.



## **2.1. ANÁLISIS ERGONÓMICO DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO.**

La base del análisis ergonómico de la estación de trabajo consistió en una descripción sistemática y cuidadosa de las tareas de la misma, para lo que se utilizaron observaciones y entrevistas, a fin de obtener la información necesaria. En algunos casos, se utilizaron instrumentos simples de medición, como el luxómetro o medidor de iluminación, un sonómetro para medición de ruido y un termómetro para verificar el ambiente térmico, etc. [9]

El método sencillo de análisis consistió en observar los siguientes puntos:

1. Puesto de trabajo.
2. Actividad física general.
3. Levantamiento de cargas.
4. posturas de trabajo y movimientos.
5. Riesgo de accidente.
6. Contenido del trabajo.
7. Repetitividad del trabajo.
8. Atención.
9. Iluminación.
10. Ambiente térmico.
11. Ruido.

## **2.2. MEJORA DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO PILOTO.**

Una vez analizadas las condiciones ergonómicas de la estación de trabajo piloto se procedió a mejorar ésta en los puntos donde no cumplió con las condiciones ergonómicas requeridas por la NOM (Norma Oficial Mexicana) referente a los diferentes aspectos ergonómicos. Para esto se tomaron en cuenta además las siguientes consideraciones :

- A. Rediseño el área de trabajo y hacerla mas segura y efectiva.
- B. Implantación de métodos y procedimientos para manejar las herramientas en forma segura y menos cansada.
- C. Propuesta de nuevas técnicas para levantar cargas y transportarlas sin sufrir lesiones.
- D. Implementación de adecuados procedimientos y movimientos para medir el riesgo.
- E. Se Diseñaron procedimientos administrativos adecuados tales como los siguientes:
  - Motivar a las personas a compartir su experiencia antes de que un movimiento repetitivo ocasione una lesión.
  - Investigar cada lesión, verificar si las medidas correctivas se implementaron.
  - Revisar la historia de la lesión, enfocarse a las actividades de prevención.
  - Capacitar a todas las personas en información básica de ergonomía.
  - Probar si realmente entendieron, enfatizar la responsabilidad individual en la prevención de lesiones.

### **2.2.1. Los doce principios de la ergonomía.**

Finalmente para mantener la estación de trabajo ergonómica se observaron los doce principios de ergonomía siguientes:

1. Mantén todo fácil de alcanzar.
2. Trabaja a alturas adecuadas.
3. Reduce la fuerza excesiva.
4. Trabaja en posturas adecuadas.
5. Reduce la repetición excesiva.
6. Minimiza la fatiga.
7. Reducir la presión directa.
8. Adaptabilidad y cambio de postura.
9. Espacio y accesos.
10. Mantener un medio ambiente cómodo.
11. Aumento de comprensión.
12. Mejora la organización del trabajo. **[10]**

## **2.3 ANALISIS Y MEJORA DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO EN LA EMPRESA GULFSTREAM.**

### **Metodología utilizada.**

**Fase I. Descripción de la estación de trabajo.** Consistió en obtener toda la información acerca de la misma.

- ✚ Se observó la estación, con la finalidad de visualizar el método de trabajo, las posturas que adopta el operador, la repetitividad de los elementos, etc.
- ✚ Se entrevistó con los trabajadores que están directamente involucrados a fin de obtener información para el estudio ergonómico de la estación de trabajo.

En ésta fase se obtuvieron los siguientes datos:

La estación de trabajo piloto seleccionada consiste en la realización del sub-ensamble no. 1159B50051-800-209 (Figura 2.2), la tarea tiene que ver con instalar en una plantilla el sub-ensamble colocar los remaches que aseguran la forma del mismo, un operador realiza el trabajo de remaches, mientras que por otro lado del sub-ensamble otro operador remata los mismos para hacer ver mas seguro y estético el trabajo, cabe mencionar que el sub-ensamble ingresa a esta estación ya elaborado, en el análisis realizado, solo se considera la operación de remachado efectuado en esta estación. La figura 2.1 muestra la disposición de la estación.



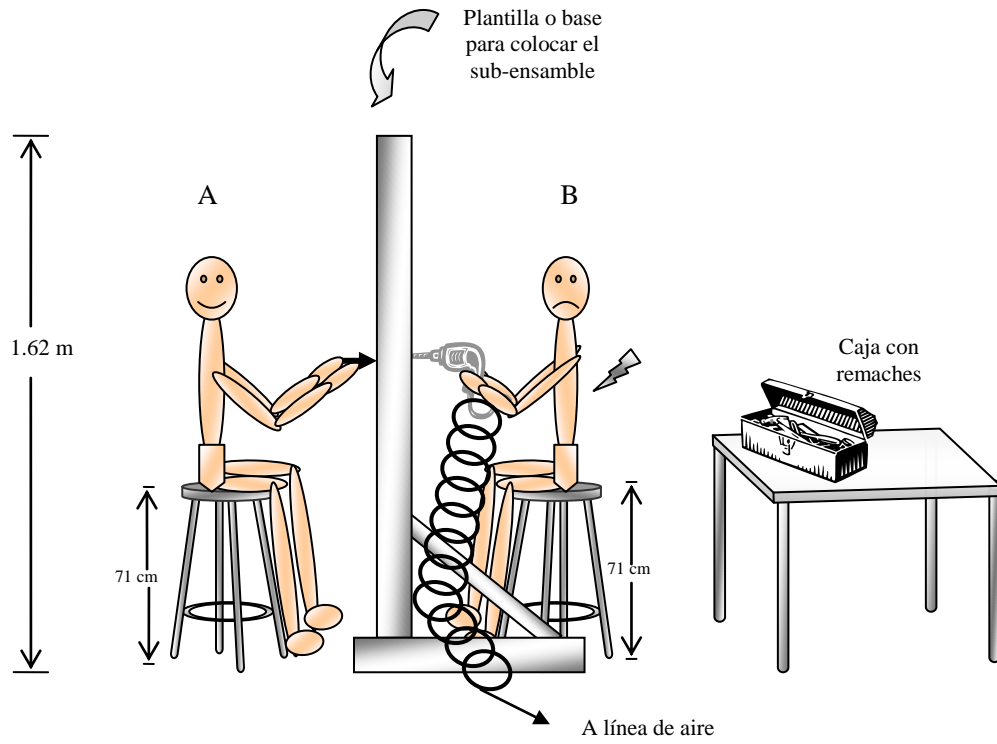


Figura 2.1 C. Operaciones de Remachado y remate de SUB-ENSAMBLE

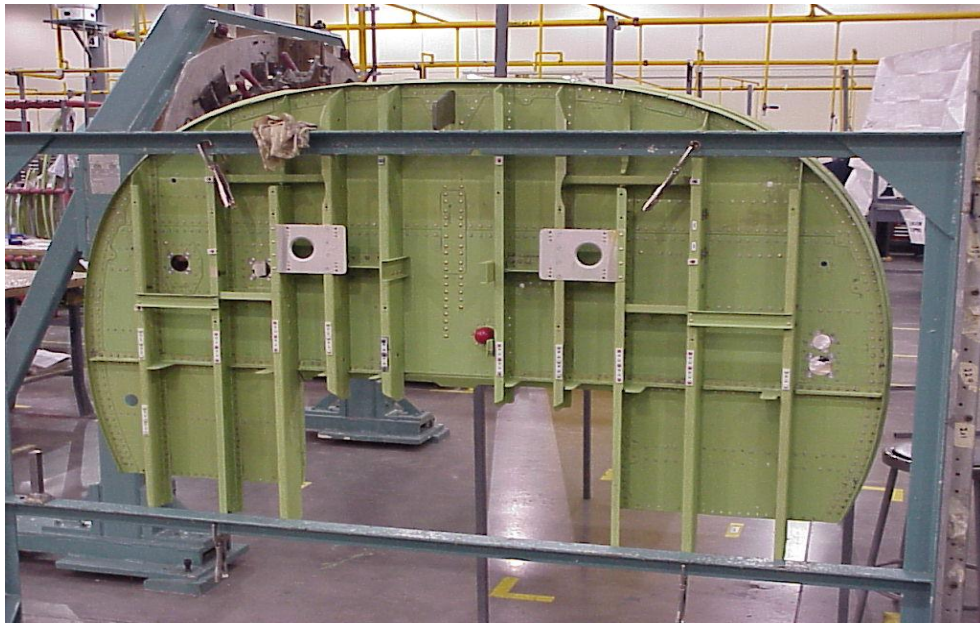


Figura 2.2 SUBENSAMBLE 1159B50051-800-209

## **Fase II. Estudio del Trabajo.**

Se estudió el trabajo realizado en la estación, siguiendo los pasos que se detallan a continuación:

### A. División del trabajo en elementos.

A.1. Taladrado de sub-ensamble. Ésta tarea tiene una duración aproximada de 27 horas hábiles, incluyendo descanso.

A.2. Remachado de componentes del sub-ensamble.

### B. Observación del tipo de actividad de cada elemento.

Se observaron todos los tipos de actividades, encontrando que en el área de remachado se requiere un lugar para colocar los remaches y que el operador no tenga que doblar su cuerpo para alcanzarlo a sus espaldas que es donde se encuentra ahora en una mesa. Asimismo se observó que al remachar en la parte inferior del sub-ensamble los 2 operarios requeridos hacen un esfuerzo extra en sus piernas al estar semi-agachados. También el operario que remata el remache ejerce una constante presión por lo que tanto sus manos como las muñecas se ven sometidas a esfuerzos extras.

## **Fase III. Selección de las herramientas de evaluación.**

La fase II, tuvo como objetivo determinar que elementos nos permitirán una evaluación cuantitativa de la estación de trabajo. Entre las herramientas que se seleccionaron para la evaluación se encuentran, las medidas antropométricas del operario, la medición de los factores ambientales, utilizando la tabla 2-1 de registro de medición de niveles de ruido y marcando los niveles de iluminación en diferentes partes del ensamble (Figura 2.6).

Los resultados de la fase III se muestran en los siguientes apartados:

## 1. Medidas antropométricas de los operarios.

A manera de realizar un comparativo entre las dimensiones de la estación de trabajo, los equipos, sistemas, etc. Y las dimensiones del trabajador se le tomaron sus medidas antropométricas, mismas que se muestran en la figura 2.3.

### MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS DEL OPERARIO

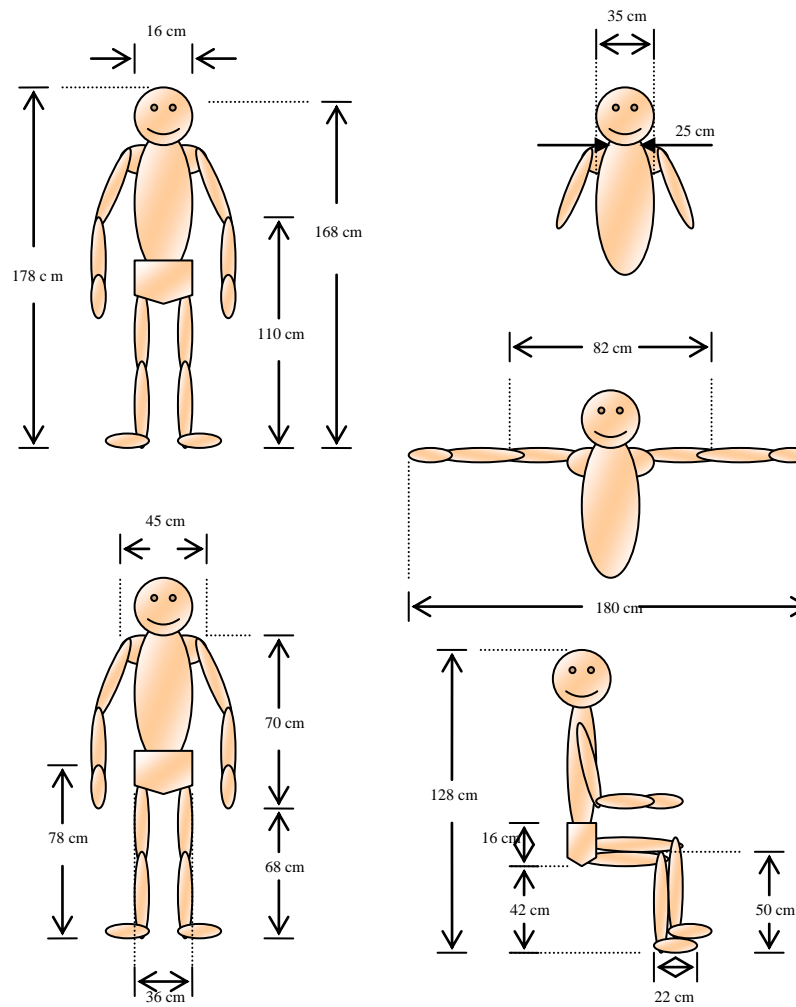


Figura 2.3. Medidas antropométricas del operador.

## **2. Medición de niveles de ruido y luminosidad.**

En el caso de las mediciones ambientales se enfocó a las condiciones de ruido y luminosidad. Para la medición de ruido se utilizó un medidor de ruido marca EXTECH modelo 407736 con un rango bajo de 35 a 90 dB y con un rango alto de 75 a 130 dB. Con una preedición de +- 1.5 dB. Para la medición de luz se utilizó un luxómetro marca EXTECH modelo 401025 con una escala de 0 a 50000 lux dividido en 3 escalas.

Los resultados de la medición de luminosidad se muestran en la situación analizada 2, mientras que las mediciones de ruido se muestran en la situación analizada 3.

#### Fase IV. Casos de análisis y propuestas de mejora de la estación de trabajo.

##### SITUACION ANALIZADA 1:

El trabajador se encontraba en una posición no adecuada al flexionar su cuerpo para alcanzar los remaches, los cuales se estaban en una mesa justamente a su espalda, el estar haciendo estos movimientos repetitivos durante 8 horas provocaba en el operador de remache una fuerte fatiga haciendo que se pueda presentar una lastimadura en el brazo y espalda, además de que la actividad se torne en momentos no productiva al 100%, ya que, el operador estará concentrado en su molestia física. Esta situación se presenta en la fig. 2.4

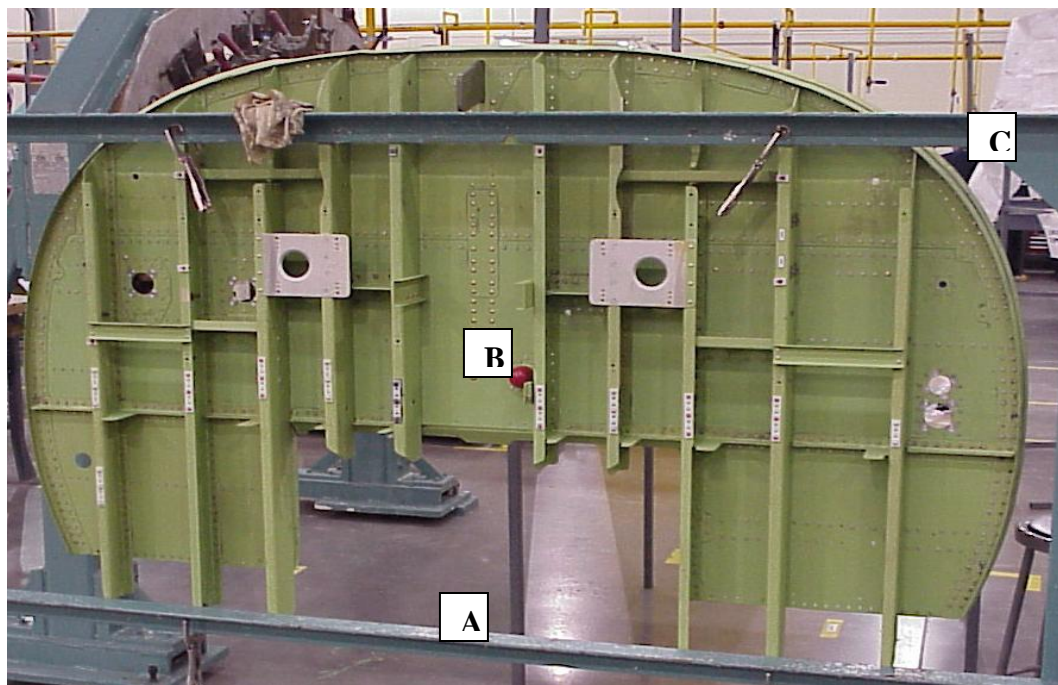


Figura 2.4. Plantilla sin repisa para remaches y materiales.

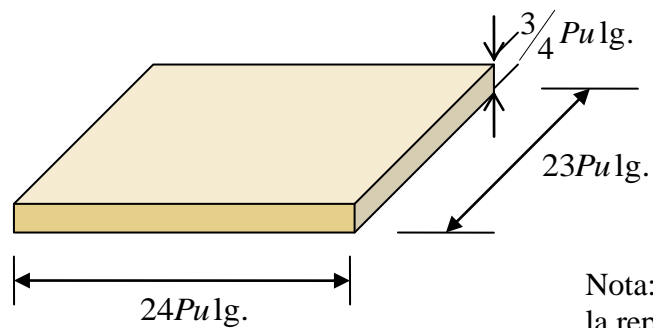
- A. Lugar observado para la posible instalación de una repisa para la colocación de materiales, herramientas y equipo de remache.
- B. Cuerpo de sub-ensamble.
- C. Plantilla de soporte del sub-ensamble.

## PROPUESTA DE MEJORA PARA SITUACION 1:

Colocar una especie de repisa en el espacio que se encuentra en el centro del sub-ensamble, en donde, se situarían los remaches y demás materiales requeridos por el operario. Esta mejora se muestra en la fig. 2.5.



Figura 2.5. Plantilla con repisa para colocar remaches y materiales.



Nota: La altura de la repisa es de 31.49 pulg.

Figura 2.5 A Dimensiones de la repisa propuesta.

## **SITUACIÓN ANALIZADA 2:**

El resultado de las mediciones de luminosidad hechas en diferentes partes del ensamble cuando el operario rematador del remache realizaba su trabajo, nos indicaron que, los niveles de iluminación en esta operación son inferiores a los marcados por la NOM-STPS-025-1999, la cual se refiere a evaluación de iluminación para este tipo de trabajos en particular (ver anexo B), y que es de, 500 lux. Al estar observando la ejecución del trabajo de remache, nos dimos cuenta que las luminarias existentes se encontraban a espaldas del operario provocando así, que él mismo haga sombra en su área de trabajo disminuyendo los niveles de iluminación. La situación descrita anteriormente provoca en el operario un deterioro de visibilidad y como consecuencia daño en la vista. Los niveles de iluminación mencionados se muestran en la fig. 2.6.



Figura 2.6. Niveles de iluminación en el área de remache.

## **PROPUESTA DE MEJORA PARA SITUACIÓN 2:**

La solución a la situación analizada 2 es colocar lámparas en la plantilla del ensamble tal como las tiene la plantilla del área de taladrado (fig. 2.7). Al medir los niveles de iluminación en dicha área nos dimos cuenta que efectivamente, los niveles de iluminación se elevan considerablemente (hasta los niveles propuestos por la NOM-STPS-025-1999) al permitir que la luz llegue directamente al área de trabajo evitando la sombra del operario sobre la misma.



Figura 2.7 Plantilla del área de taladrado con luminarias.

### **SITUACIÓN ANALIZADA 3: NIVELES DE RUIDO.**

Se tomaron 32 lecturas de nivel de ruido en el área de remachado del sub-ensamble obteniendo los resultados que se resumen en la tabla 2-1.

#### REGISTRO DE MEDICIÓN DE RUIDO

EMPRESA: **GULFSTREAM** PERIODO DE OBSERVACIÓN: **7 DE JULIO DE 2005**

DEPARTAMENTO: **SUB-ENSAMBLE** OBSERVADOR: **LORENZO ARMENTA**

HORA INICIAL: **12:00 M.D.** HORA FINAL: **14:25**

LUGAR: **MEXICALI B.C.** FECHA: **7 DE JULIO DE 2005.**

#### **NIVEL SONORO**

HOJA: 1 DE: 1

NO. DE LECTURA	HORA:	LECTURA EN dB	OBSERVACIONES
1	12:00	82.1	EN REMACHADO
2	12:05	90.7	EN REMACHADO
3	12:10	84.7	EN REMACHADO
4	12:15	92.2	EN REMACHADO
5	12:20	90.1	EN REMACHADO
6	12:25	90.0	EN REMACHADO
7	12:30	95.3	EN REMACHADO
8	12:35	91.3	EN REMACHADO
9	12:40	91.6	EN REMACHADO
10	12:45	90.2	EN REMACHADO
11	12:50	94.8	EN REMACHADO
12	12:55	95.7	EN REMACHADO
13	13:00	95.3	EN REMACHADO
14	13:05	92.2	EN REMACHADO
15	13:10	94.8	EN REMACHADO
16	13:15	95.7	EN REMACHADO
17	13:20	94.4	EN REMACHADO
18	13:25	92.7	EN REMACHADO
19	13:30	92.8	EN REMACHADO
20	13:35	91.9	EN REMACHADO
21	13:40	92.0	EN REMACHADO
22	13:45	92.3	EN REMACHADO
23	13:50	93.0	EN REMACHADO
24	13:55	92.7	EN REMACHADO
25	14:00	92.8	EN REMACHADO
26	14:05	94.7	EN REMACHADO
27	14:10	94.9	EN REMACHADO
28	14:05	93.6	EN REMACHADO
29	14:10	94.5	EN REMACHADO
30	14:15	92.3	EN REMACHADO
31	14:20	91.0	EN REMACHADO
32	14:25	91.7	EN REMACHADO
	PROMEDIO	92.31	AREA DE REMACHE

TABLA 2-1. MEDICIÓN DE NIVEL DE RUIDO.

### **PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SITUACIÓN ANALIZADA 3:**

Comparando el promedio de 92.31 dB obtenido en la tabla 2-1 con la NOM-011-STPS-2001, El Anexo A de la referida norma nos muestra los límites máximos permisibles de exposición al ruido, para 93 dB que sería el caso de nuestro análisis la tabla nos marca un tiempo máximo de exposición al ruido de 4 horas. Los operarios de esta estación de trabajo tienen una jornada laboral de 9 horas menos su media hora de descanso. En éste caso lo que se propone es que se mantenga una supervisión continua por parte del personal responsable del área y el personal de seguridad con respecto a los protectores auditivos, que observamos que si los utilizan.

#### **SITUACIÓN ANALIZADA NO. 4. BANCO DE POSICIÓN DE SENTADO.**

El banco utilizado para la posición de sentado del operador era muy rígido y no estaba a la altura del operador, ya que éste se mueve hacia arriba y hacia abajo del sub-ensamble, lo cual daba lugar a posturas no adecuadas, ocasionando fatiga en columna, espalda y pies. En la figura 2.8 se muestran las dimensiones del banco de trabajo actual.

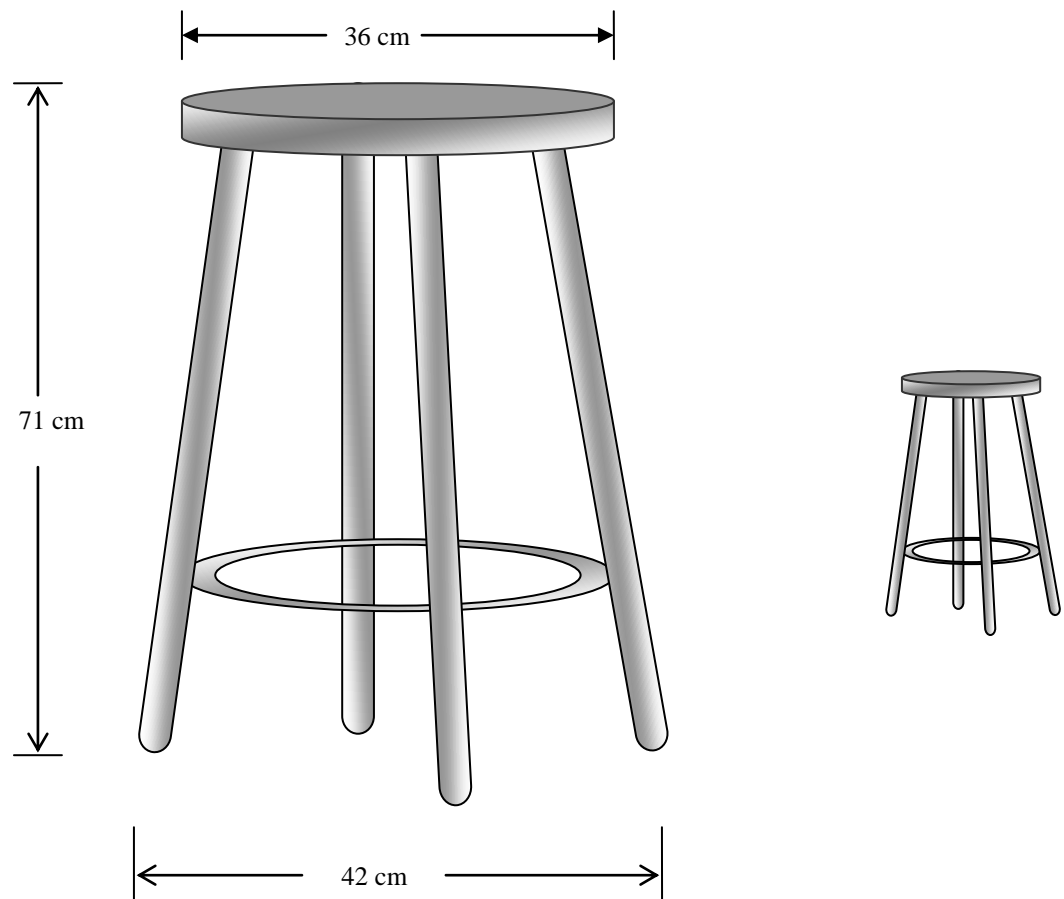


Figura . 2.8 . Dimensiones del banco de posición de sentado.

#### **PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SITUACIÓN ANALIZADA NO. 4.**

En este caso se propone utilizar bancos ajustables a la posición de sentado del trabajador. Éste tipo de banco se encuentra disponible en el mercado en Centro Thaí con domicilio en Vía Gustavo Bas no. 91, Fracc. Bosques de Echeagaray, Edo. De México, Tel. 015524872208. El banco se muestra en la fig. 2.9



Figura 2.9. Banco Ergonómico propuesto.

## SITUACIÓN ANALIZADA NO.5. POSICIÓN DE PARADO DEL OPERADOR.

En la posición de parado el operador nos dimos cuenta que el operador se esforzaba, ya que, sus brazos tenían que estirarse para alcanzar el objetivo, lo cual provocaba fatiga en brazos, espalda y columna. Ésta situación se representa en la figura 2.9.

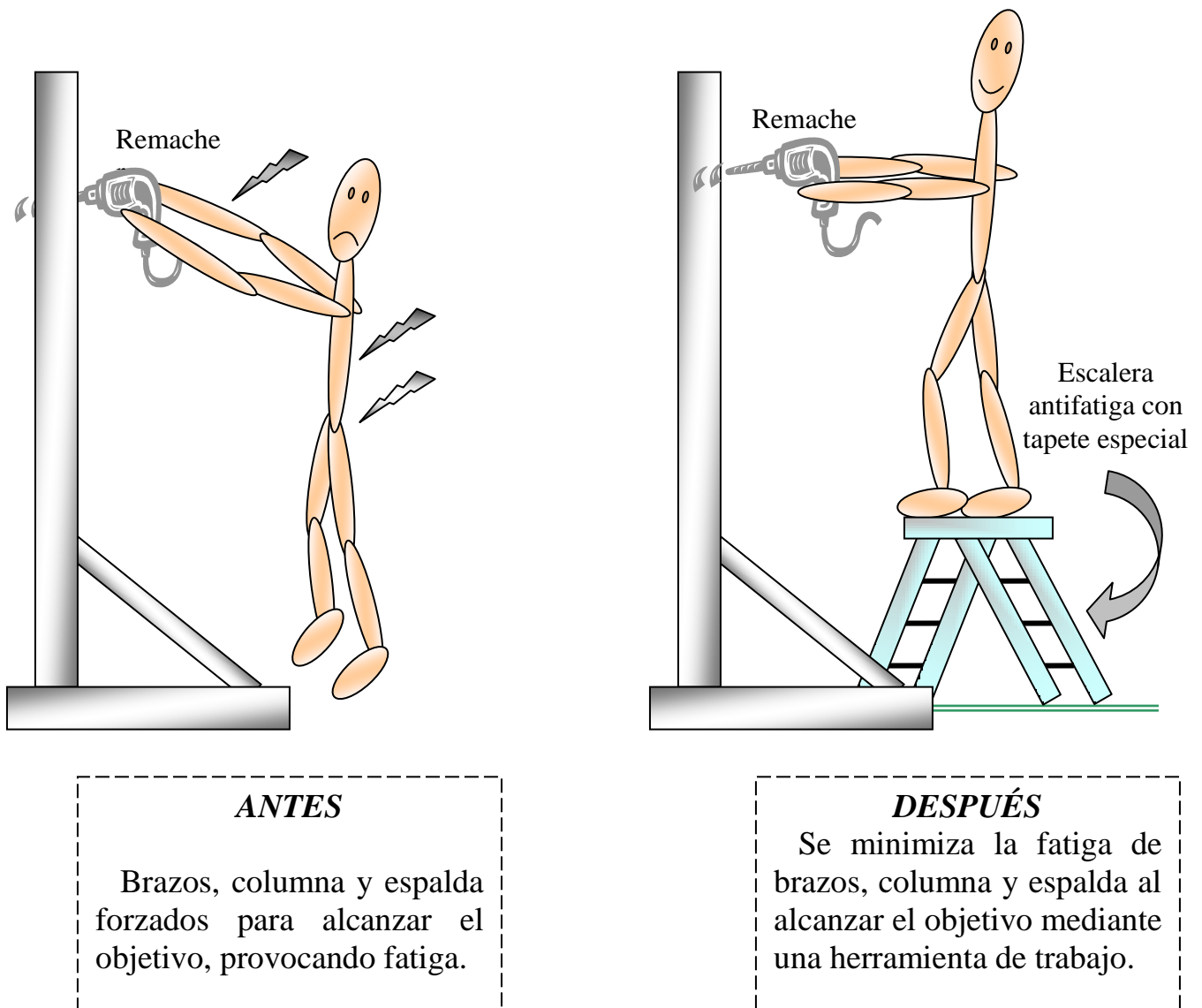


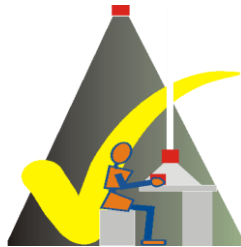
Figura 2.10 Posición de parado antes y después de la mejora..

## **PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SITUACIÓN ANALIZADA NO. 5.**

En la figura 2.9, puede verse claramente la propuesta de mejora a esta situación, la cual consiste en dotar al trabajador de un banco tipo escalera con tapete antifatiga, lo cual reducirá notablemente la fatiga de pies, brazos, espalda y columna. Este banco ya se encontraba en la empresa pues lo utilizan en otras estaciones de trabajo, sólo se anexo a ésta estación también.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y CONCLUSIONES



## **RESULTADOS Y CONCLUSIONES:**

Con el análisis efectuado en la estación de trabajo, donde se elabora el sub-ensamble 1159b50051-800-209 en la empresa GULFSTREAM de Mexicali, Baja California, se demostró que la incomodidad laboral causa fatiga al operador, a la vez que lo imposibilita para aplicar su capacidad mental al 100% en la tarea asignada. Lo anterior provoca ausentismo y baja productividad en la empresa.

A continuación se presentan condiciones comparativas que sustentan lo anteriormente mencionado:

En lo que a productividad se refiere se antes del análisis y la aplicación de las mejoras propuestas se tenía que en un turno de 8 horas la productividad de la mano de obra era:

5.33 sub-ensambles al mes/operador.

Éste dato se obtuvo tomando el tiempo estándar de elaboración del sub-ensamble que fue de 3.375 días(27 horas), posteriormente se dividieron los 20 días hábiles del mes entre ese tiempo:

$20/3.375=5.33$  sub-ensambles mes/operador.

Ése resultado nos arroja 63.96 sub-ensambles anuales/operador.

Después de las mejoras propuestas en éste trabajo, el tiempo de elaboración del sub-ensamble se redujo a 2.75 días(22 horas), por lo cual se mejoró la productividad de la mano de obra obteniendo 7.27 sub-ensambles producidos mensualmente por operador, en ese mismo sentido se obtuvo una mejora anual al producir 87.27 sub-ensambles por operador.

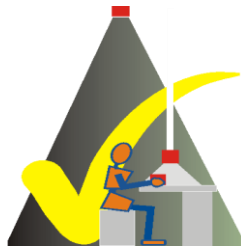
Con lo anterior queda demostrado claramente que una mejora ergonómica en la estación elevó la productividad de la empresa.

La mejora sustancial en la productividad se dio como resultado de las siguientes situaciones:

1. Anteriormente al operador le dolía constantemente la cabeza, como resultado de una iluminación deficiente en el estación de trabajo. Después de las mejoras(ahora la empresa cumple con la NOM-025-STPS-1999). El trabajador no ha tenido ése problema.
2. Otra situación que se presentaba es que al finalizar el turno el operador sentía fatiga de la columna por movimientos inadecuados (alcanzar los remaches en una mesa atrás de él) con la repisa propuesta ese problema disminuyó considerablemente.
3. Como resultado de la fatiga el operador faltaba a su trabajo al menos una vez al mes, esto ya no ocurre.
4. Los niveles de ruido de la estación de trabajo cumplen con la NOM-081-ECOL-1994. (Anexo A)
5. Un problema que se daba también era que el operador pretestaba cualquier cosa para ausentarse de la estación de trabajo, situación que disminuyó considerablemente.

Por todo lo antes mencionado, puedo concluir que la hipótesis es válida, ya que con la aplicación de las mejoras propuestas, no sólo se cumplió con el objetivo planteado de elevar la productividad de la mano de obra en un 15%, sino que éste se elevó al 36.39% mensual.

## ANEXOS:



**ANEXO A**

**NORMA OFICIAL MEXICANA DE LIMITES MÁXIMOS DE EMISIÓN  
DE RUIDO**

# **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-081-ECOL-1994, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE RUIDO DE LAS FUENTES FIJAS Y SU METODO DE MEDICION**

(Publicada en el D.O.F. de fecha 13 de enero de 1995).<sup>2</sup>

## **P R E F A C I O**

**En la elaboración de esta norma oficial mexicana participaron:**

- **SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL**  
Instituto Nacional de Ecología
- **SECRETARIA DE SALUD**
- **SECRETARIA DE TURISMO**
- **CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION**
- **PETROLEOS MEXICANOS**  
Gerencia de Protección Ambiental
- **SOCIEDAD MEXICANA DE ACUSTICA**
- **INTEGRACION PARA LA CULTURA ECOLOGICA Y AMBIENTAL,S. C.**
- **INGENIERIA ACUSTICA SPECTRUM, S. A. DE C. V.**

### **1. OBJETO**

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido hacia el ambiente.

### **2. CAMPO DE APLICACION**

Esta norma oficial mexicana se aplica en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública.

---

<sup>2</sup> Incluye Aclaración a esta norma, publicada en el D.O.F. de fecha 3 de marzo de 1995.

### **3. REFERENCIAS**

NMX-AA-40 Clasificación de ruidos.

NMX-AA-43 Determinación del nivel sonoro emitido por fuentes fijas.

NMX-AA-59 Sonómetros de precisión.

NMX-AA-62 Determinación de los niveles de ruido ambiental.

### **4. DEFINICIONES**

#### **4.1 Calibrador piezoeléctrico**

Es un transductor que contiene un cristal piezoeléctrico de características estables capaz de transformar una señal eléctrica en una acústica uniforme en intensidad y frecuencia.

#### **4.2 Desviación estándar**

Es la raíz cuadrada de la varianza de una función estadística.

#### **4.3 Fuente fija**

Es toda instalación establecida en un sólo lugar que tenga como finalidad desarrollar actividades industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

**4.3.1** La fuente fija se considera como un elemento o un conjunto de elementos capaces de producir ruido que es emitido hacia el exterior al través de las colindancias del predio por el aire y por el suelo.

**4.3.2** La fuente fija puede encontrarse bajo la responsabilidad de una sola persona física o moral.

#### **4.4 Media estadística**

Es el promedio aritmético de los valores de todos los niveles sonoros presentes durante el período de observación.

#### **4.5 Medición continua**

Es la medición de un ruido fluctuante que se realiza sin interrupción durante todo el período de observación. Debe registrarse necesariamente en forma gráfica para su evaluación.

#### **4.6 Medición semicontinua**

Es la medición de un ruido fluctuante que se realiza mediante la obtención aleatoria de muestras durante el período de observación.

#### **4.7 Muestra estadística**

Es cualquier elemento del conjunto de valores aleatorios del nivel de ruido obtenido al azar en forma exclusiva, exhaustiva e igual.

#### **4.8 Micrófono**

Es un instrumento mecano electrónico que transduce las señales acústicas aéreas en señales eléctricas.

#### **4.9 Nivel de emisión de fuente fija**

Es el resultado de un proceso estadístico que determina el nivel de ruido por la fuente fija a su entorno.

#### **4.10 Nivel de presión acústica**

Es la relación entre la presión acústica de un sonido cualquiera y la presión acústica de referencia. Equivale a diez veces el logaritmo decimal del cociente de los cuadrados de una presión acústica cualquiera y la de referencia que es de 20 micropascales (20  $\mu$ Pa).

#### **4.11 Nivel de ruido**

Es el nivel sonoro causado por el ruido emitido por una fuente fija en su entorno.

#### **4.12 Nivel sonoro**

Es el nivel de presión acústica ponderada por una red normalizada de sonoridad o sea, el nivel de presión acústica ponderado por una curva. Se mide en decibeles dB.

#### **4.13 Nivel sonoro do fondo**

Es el nivel sonoro que está presente en torno a una fuente fija, que pretenda medirse producido por todas las causas excepto la fuente misma

#### **4.14 Nivel equivalente**

Es el nivel de energía acústica uniforme y constante que contiene la misma energía que el ruido producido en forma fluctuante por una fuente fija durante el período de observación. Su símbolo es,  $N_{eq}$ .

#### **4.15 Nivel medio de emisión de fuente fija**

Es la medida estática de los niveles de ruido emitidos por una fuente fija

#### **4.16 Nivel 10**

Es el límite inferior de todos los niveles sonoros presentes durante un lapso igual al 10% del período de observación. (Percentil 10).

#### **4.17 Nivel 50**

Es el límite inferior de todos los niveles sonoros presentes durante un lapso igual al 50% del período de observación. (Percentil 50).

#### **4.18 Nivel 90**

Es el límite inferior de todos los niveles sonoros presentes durante un lapso igual al 90% del período de observación. (Percentil 90).

#### **4.19 Percentil**

Es el nivel que se rebasa durante un determinado porcentaje del tiempo del período de observación.

#### **4.20 Pistófono**

Es el instrumento en el cual un pistón rígido puede estar animado de un movimiento alternativo de frecuencia y de amplitud conocidas, y que permite obtener una presión acústica definida en una cámara de pequeñas dimensiones.

#### **4.21 Presión acústica**

Es el incremento de presión atmosférica debido a la presencia de una perturbación acústica.

#### **4.22 Registrador gráfico**

Es un instrumento que permite capturar una señal acústica y representarla como una señal electromagnética producida por una señal acústica, en una gráfica.

#### **4.23 Registrador magnético**

Es un instrumento que permite grabar una señal acústica como una señal electromagnética.

#### **4.24 Registrador óptico**

Es un instrumento que permite fijar en una pantalla sensibilizada un conjunto de señales electromagnéticas producidas por correspondientes señales acústicas.

#### **4.25 Reducción acústica**

Es el decremento normalizado del nivel sonoro debido a la presencia de un elemento constructivo que impide su libre transmisión, su símbolo es *R*.

#### **4.26 Ruido**

Todo sonido indeseable que moleste o perjudique a las personas.

#### **4.27 Sonómetro**

Es el aparato normalizado que comprende un micrófono, un amplificador, redes de ponderación y un indicador de nivel, que se utiliza para la medida de los niveles de ruido según especificaciones determinadas.

#### **4.28 Varianza**

Es la suma de las desviaciones cuadráticas de un nivel sonoro cualquiera, respecto a la media, dividida entre el número de muestras menos 1.

#### **2.29 Zonas Críticas**

Son las áreas aledañas a la parte exterior de la colindancia del predio de la fuente fija donde ésta produce las mayores emisiones de energía acústica en forma de ruido. Se indican como ZC.

### **5. ESPECIFICACIONES**

**5.1** La emisión de ruido que generan las fuentes fijas es medida obteniendo su nivel sonoro en ponderación "A", expresado en dB (A)

**5.2** El equipo para medición el nivel sonoro es el siguiente:

**5.2.1** Un sonómetro de precisión.

**5.2.2** Un calibrador piezoeléctrico o pistófono específico al sonómetro empleado.

**5.2.3** Un impresor gráfico de papel o un registrador de cinta magnética.

**5.2.4** Puede ser utilizado equipo opcional para la medición del nivel sonoro que es el siguiente:

**5.2.4.1** Un cable de extensión del micrófono, con longitud mínima de 1 m.

**5.2.4.2** Un tripié para colocar el micrófono o equipo receptor.

**5.2.4.3** Un protector contra viento del micrófono.

**5.3** Para obtener el nivel sonoro de una fuente fija se debe aplicar el procedimiento de actividades siguiente: Un reconocimiento inicial; una medición de campo; un procesamiento de datos de medición y; la elaboración de un informe de medición.

**5.3.1** El reconocimiento inicial debe realizarse en forma previa a la aplicación de la medición del nivel sonoro emitido por una fuente fija, con el propósito de recabar la información técnica administrativa y para localizar las Zonas Críticas.

**5.3.1.1** La información a recabar es la siguiente:

**5.3.1.1.1** Croquis que muestre la ubicación del predio donde se encuentre la fuente fija y la descripción de los predios con quien colinde. Ver figura No. 1 del Anexo 1 de la presente norma oficial mexicana.

**5.3.1.1.2** Descripción de las actividades potencialmente ruidosas.

**5.3.1.1.3** Relacionar y representar en un croquis interno de la fuente fija el equipo, la maquinaria y/o los procesos potencialmente emisores de ruido. Ver figura No. 2A del Anexo 2 de la presente norma.

**5.3.1.2** Con el sonómetro funcionando, realizar un recorrido por la parte externa de las colindancias de la fuente fija con el objeto de localizar la Zona Crítica o zonas críticas de medición. Ver figura No. 2A del anexo 2 de la presente norma.

**5.3.1.2.1** Dentro de cada Zona Crítica (ZC) se ubicarán 5 puntos distribuidos vertical y/u horizontalmente en forma aleatoria a 0.30 m de distancia de límite de la fuente y a no menos de 1.2 m del nivel del piso. Ver figura No. 2A del anexo 2 de la presente norma oficial mexicana.

**5.3.2** Ubicados los puntos de medición conforme a lo señalado en el punto 5.3.1.2.1 se deberá realizar la medición de campo de forma continua o semicontinua, teniendo en cuenta las condiciones normales de operación de la fuente fija.

#### **5.3.2.1** Mediciones continuas

**5.3.2.1.1** De acuerdo al procedimiento descrito en el punto 5.3.1 se elige la zona y el horario crítico donde la fuente fija produzca los niveles máximos de emisión.

**5.3.2.1.2** Durante el lapso de emisión máxima se elige un período no inferior a 15 minutos para la medición.

**5.3.2.1.3** En la zona de emisión máxima se ubicarán aleatoriamente no menos de 5 puntos conforme al procedimiento descrito en el punto 5.3.1.2.1. Se aconseja describir los puntos con las letras (*A, B, C, D* y *E*) para su identificación. La zona de emisión máxima se identificará con las siglas ZC y se agregará un número progresivo en el caso de encontrar más zonas de emisión máxima (ZC1, ZC2, etc.). Ver figura No. 2A del Anexo 2.

**5.3.2.1.4** Se ajusta el sonómetro con el selector de la escala A y con el selector de integración lenta.

**5.3.2.1.5** En caso de que el efecto del viento sobre la membrana del micrófono sea notorio se debe cubrir ésta con una pantalla contra el viento.

**5.3.2.1.6** Debe colocarse el micrófono o el sonómetro en cada punto de medición apuntando hacia la fuente y mantenerlo fijo un lapso no menor de 3 minutos, durante el cual se registra ininterrumpidamente la señal. Al cabo de dicho período de tiempo se mueve el micrófono al siguiente punto y se repite la operación. Durante el cambio se detiene la grabación o almacenamiento de la señal, dejando un margen en la misma para indicar el cambio del punto. Antes y después de una medición en cada ZC debe registrarse la señal de calibración.

**5.3.2.1.7** En toda medición continua debe obtenerse un registro gráfico en papel, para lo cual debe colocarse el registrador de papel al sonómetro de medición y registrar la señal de cada punto de medido y el registro de la señal de calibración antes y después de la medición de cada Zona Crítica.

### **5.3.2.2** Mediciones semicontinuas.

**5.3.2.3.1** Aplicar el procedimiento descrito en los puntos 5.3.2.1.1, 5.3.2.1.2, 5.3.2.1.3, 5.3.2.1.4 y 5.3.2.1.5 de la presente Norma Oficial Mexicana.

**5.3.2.3.2** Debe colocarse el sonómetro o el micrófono del sonómetro en cada punto de medición apuntando hacia la fuente y efectuar en cada punto no menos de 35 lecturas, procurando obtener cada 5 segundos el valor máximo observado. Antes y después de las mediciones en cada Zona Crítica debe registrarse la señal de calibración.

**5.3.2.3.3** En el caso de que se emplee el registro gráfico, debe tenerse una tira de papel continua por cada punto de medición.

### **5.3.2.4** Ubicación de puntos de medición

**5.3.2.4.1** Si la fuente fija se halla limitada por confinamientos constructivos (bardas, muros, etc.), los puntos de medición deben situarse lo más cerca posible a estos elementos (a una distancia de 0.30 m), al exterior del predio, a una altura del piso no inferior a 1.20 m. Deben observarse las condiciones del elemento que produzcan los niveles máximos de emisión (ventanas, ventilas, respiraderos, puertas abiertas) si es que éstas son las condiciones normales en que opera la fuente fija.

**5.3.2.4.2** Si el elemento constructivo a que se refiere el punto 5.3.2.4.1 no divide totalmente la fuente de su alrededor, el elemento es considerado como parcial, por lo que debe buscarse la zona de menor sombra o dispersión acústica. Si el elemento divide totalmente la fuente de su alrededor deberá seguirse lo establecido en el punto 5.3.2.6.

**5.3.2.4.3** Si la fuente fija no se halla limitada por confinamientos, pero se encuentran claramente establecidos los límites del predio (cercas, mojoneras, registros, etc.), los puntos de medición deben situarse lo más cerca posible a los límites exteriores del predio, a una altura del piso no inferior a 1.20 m.

**5.3.2.4.4** Si la fuente fija no se halla limitada por confinamientos y no existe forma de determinar los límites del predio (maquinaria en la vía pública, por ejemplo), los puntos de medición deben situarse a un 1 m de distancia de ésta, a una altura del piso no inferior a 1.20 m.

### **5.3.2.5** Medición del ruido de fondo

**5.3.2.5.1** Deben elegirse por lo menos 5 puntos aleatorios alrededor de la fuente y a una distancia no menor de 3.5 m, apuntando en dirección contraria a

dicha fuente. Se aconseja describir los puntos con las números romanos (I, II, III, IV y V) para su identificación.

**5.3.2.5.2** Debe medirse el nivel sonoro de fondo en cada uno de los puntos determinados conforme a los procedimientos señalados en los puntos 5.3.2.1 ó 5.3.2.2 de la presente norma oficial mexicana.

**5.3.2.6** Determinación de la reducción acústica de un elemento constructivo en una Zona Crítica.

**5.3.2.6.1** Para determinar el aislamiento producido por un elemento constructivo común a la fuente fija y a un recinto aledaño debe procederse como sigue:

**5.3.2.6.1.1** Elegir 5 puntos en el interior de la fuente a 2 m de distancia del elemento constructivo común coincidente con alguna de las zonas críticas medidas y realizar la medición de conformidad a lo descrito en los puntos 5.3.2.1 y 5.3.2.2 dirigiendo el micrófono o el sonómetro hacia los generadores como se describe en la figura No. 2B del Anexo 2 de la presente norma oficial mexicana.

**5.3.3** Procesamiento de datos de medición

**5.3.3.1** Si la medición se realiza de forma continua:

**5.3.3.1.1** Debe obtenerse el tiempo transcurrido en la medición para cada punto.

**5.3.3.1.1.2** Debe calcularse el nivel sonoro equivalente del período de observación medido por medio de la fórmula:

$$Neq = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{N}{10}} dt$$

(1)

Donde:

Neq = nivel equivalente de cada punto

N = nivel fluctuante para cada punto

T = Periodo de observación

**5.3.3.1.1.3** Deben anotarse los valores de los niveles máximo absoluto y mínimo absoluto registrados en cada punto.

**5.3.3.1.4** Debe obtenerse el área bajo la curva registrada en la tira de papel continua para cada punto de medición. (Las ordenadas deben considerarse a partir del origen).

**5.3.3.1.5** Debe hacerse el cociente entre los valores obtenidos en los puntos 5.3.3.1.3 y 5.3.3.1.1. Este valor es la media de los niveles medidos y equivale al nivel 50 (N<sub>50</sub>).

**5.3.3.1.6** A partir del nivel máximo se trazan rectas paralelas al eje longitudinal de la tira de papel (eje de los tiempos) en pasos de -2 dB y se determina la amplitud de los intervalos bajo la curva registrada, que a una escala determinada de el tiempo durante el que estuvo presente el nivel mínimo (-2k) dB.

**5.3.3.1.7** Por una interpolación lineal de los 2 valores más cercanos a N<sub>10</sub> resultantes de los puntos 5.3.3.1.5 debe obtenerse el nivel 10 (N<sub>10</sub>) (nivel que estuvo presente durante más del 10% del lapso total registrado).

**5.3.3.1.8** Debe calcularse la desviación estándar de la medición en cada punto por la fórmula (8).

$$\sigma = \frac{N_{10} - N_{50}}{1.2817} \quad (2)$$

**5.3.3.1.9** Debe calcularse el promedio de los niveles N<sub>50</sub> y N<sub>10</sub> obtenidos en cada punto.

$$\bar{N}_{50} = \frac{\sum N_{50}}{n} \quad (3)$$

y obtenerse el promedio para todos los puntos  $\bar{\sigma}$

**5.3.3.2** Si la medición se realiza de forma semicontinua.

**5.3.3.2.1** Deben calcularse los niveles N<sub>50</sub>, N<sub>10</sub> y la desviación estándar de las mediciones realizadas en cada punto, por las fórmulas siguientes:

$$N_{50} = \frac{\sum_i N_i}{n} \quad (5)$$

Donde:

$N_i$  = nivel de observación  $i$

y  $n$  = número de observaciones por punto de medición

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (N_i - N_{50})^2}{n - 1}} \quad (6)$$

$$N_{10} = N_{50} + 1.2817 \sigma \quad (7)$$

**5.3.3.2.2** Debe calcularse el nivel equivalente para las observaciones en cada punto por la fórmula (8).

$$N_{eq} = 10 \log \frac{1}{m} \sum_m 10^{\frac{N}{10}} \quad (8)$$

Donde:

$m$  = Número total de observaciones

$N$  = Nivel observado

**5.3.3.2.3** Debe calcularse el nivel equivalente de los niveles equivalentes obtenidos para cada punto por la fórmula (8)

**5.3.3.2.4** Debe calcularse el promedio aritmético de los niveles  $N_{50}$ ,  $N_{10}$  y de la desviación estándar obtenidos para cada punto.

**5.3.3.2.5** Si las mediciones son hechas con un registrador gráfico, deben señalarse en la tira de papel continua para cada punto de medición un mínimo de 35 valores observados seleccionándolos en forma aleatoria (de preferencia con una tabla de número aleatorios) y seguirse lo señalado en los puntos 5.3.3.1.1, 5.3.3.1.3, 5.3.3.1.4, 5.3.3.1.5 y 5.3.3.1.6 de la presente norma oficial mexicana.

**5.3.3.2.6** Si las mediciones son hechas con un registrador óptico, deben seleccionarse en forma aleatoria por lo menos 35 valores del registro de medición total en cada punto y seguirse lo señalado en los puntos 5.3.3.1.1, 5.3.3.1.3, 5.3.3.1.4, 5.3.3.1.5 y 5.3.3.1.6 de la presente norma oficial mexicana.

**5.3.3.2.7** Si las mediciones fueron hechas con un sonómetro integrador o con registrador magnético deben seguirse todas las actividades señaladas en el punto 5.3.2.1.

**5.3.3.2.8** Calcúlese la reducción acústica de un elemento constructivo (pared, barda, etc. del predio colindante) que divide totalmente a la fuente fija por medio de la fórmula:

$$R = N_d - N_{eq} + 10 \log \frac{S}{10} \quad (9)$$

Donde:

R = reducción acústica del elemento en dB.

N<sub>d</sub> = nivel medido en el interior de la fuente por 5.3.2.6.

N<sub>eq</sub> = nivel equivalente en la Zona Crítica ZC<sub>i</sub> coincidente.

S = área del elemento común.

10 = absorción acústica normalizada del recinto receptor en Sabines métricos.

### **5.3.3.3 Correcciones**

**5.3.3.3.1** Obténgase la corrección por presencia de valores extremos por medio de la fórmula (10):

$$C_e = 0.9023\bar{\sigma} \quad (10)$$

Donde:

σ = promedio de las desviaciones estándar para los puntos de medición de la fuente fija.

**5.3.3.3.2** Obténgase la diferencia del promedio de los N<sub>50</sub> de la fuente fija y del ruido de fondo.

$$\Delta_{50} = (N_{50})_{\text{fuente}} - (N_{50})_{\text{fondo}} \quad (11)$$

**5.3.3.3.3** Si Δ<sub>50</sub> > 0,75 dB, obténgase la corrección por ruido de fondo por medio de la fórmula:

$$C_f = -(\Delta_{50} + 9)3\sqrt{4\Delta_{50}} - 3 \quad (12)$$

#### 5.3.3.4 Determinación del nivel de fuente fija

##### 5.3.3.4.1 Corrijase el N<sub>50</sub> medio por extremos:

$$N'_{50} = \overline{N}_{50} + C_e \quad (13)$$

5.3.3.4.2 Determinése el mayor N'<sub>50</sub> y (N<sub>eq</sub>)<sub>eq</sub> y llámese a este valor nivel de fuente fija N<sub>ff</sub>.

5.3.3.4.3 Si la diferencia de los niveles N<sub>50</sub> de fuente - N<sub>50</sub> de fondo es mayor a 0.75 dB corrijase el nivel de fuente fija por ruido de fondo

$$(N')_{ff} = N_{ff} + C_f \quad (14)$$

5.3.3.4.4 Si  $\Delta_{50} < 0.75$  dB, la fuente fija no emite nivel sonoro.

5.3.3.4.5 Si existe un elemento constructivo total entre la fuente y la zona crítica coincidente corrijase por aislamiento.

$$(N'')_{ff} = (N')_{ff} + 0.5 \bullet R \quad (15)$$

5.3.3.4.5.1 La corrección por aislamiento a que se refieren los puntos 5.3.3.4.5 y 5.3.3.2.8 y, la determinación de la reducción acústica referida en el punto 5.3.2.6 de la presente norma oficial mexicana puede ser obtenida por métodos alternos, los cuales deberán mostrar su justificación técnica y práctica.

5.3.3.4.6 Se determinará que la emisión de la fuente fija es contaminante si el nivel sonoro que resulte de la determinación realizada en el punto 5.3.3.4 de la presente norma oficial mexicana supera el límite máximo permisible correspondiente al que se establece en la Tabla 1 del punto 5.4 abajo mostrado.

#### 5.3.4 Informe de medición

5.3.4.1 Identificación total de la fuente fija. (Nombre o razón social, responsable, dirección).

5.3.4.2 Ubicación de la fuente fija, incluyendo croquis de localización y descripción de colindancias, situación aproximada de la misma en el interior del predio y las zonas críticas de emisión, máxima de nivel sonora.

- 5.3.4.3** Localización aproximada de los puntos de medición en el croquis anterior.
  - 5.3.4.4** Características de operación de la fuente fija indicando los horarios de emisión máxima y la eventualidad en fuentes móviles internas:
  - 5.3.4.5** Tipo de medición realizada (continua o semicontinua).
  - 5.3.4.6** Equipo empleado, incluyendo marcas y número de serie.
  - 5.3.4.7** Nombres completos de las personas que realizaron la medición.
  - 5.3.4.8** Fecha y hora en la que se realizó la medición.
  - 5.3.4.9** Otras eventualidades descriptivas (condiciones meteorológicas, obstáculos, etc.)
  - 5.3.4.10** Valor de los niveles  $N_{50}$ ,  $N_{10}$  y el nivel equivalente de  $N_{eq}$  si se trata de una medición semicontinua.
  - 5.3.4.11** Nivel medio del ruido de fondo medido y además el nivel equivalente del ruido de fondo si se trata de una medición semicontinua.
  - 5.3.4.12** Corrección por ruido de fondo.
  - 5.3.4.13** Corrección por presencia de extremos
  - 5.3.4.14** Corrección por aislamiento.
  - 5.3.4.15** Valor de nivel de emisión de la fuente fija.
  - 5.3.4.16** En caso eventual, desviaciones respecto al procedimiento de la presente norma oficial mexicana, indicando la justificación teórica y la equivalencia con los valores que hubieran sido obtenidos por medio de esta norma.
- 5.4** Los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitido por fuentes fijas, son los establecidos en la Tabla 1.

**TABLA 1**

HORARIO	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES
de 6:00 a 22:00	68 dB (A)
de 22:00 a 6:00	65 dB (A)

## **6. VIGILANCIA**

**6.1** La Secretaría de Desarrollo Social, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, así como los Estados y en su caso los Municipios, son las autoridades competentes para vigilar el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana.

## **7. SANCIONES**

**7.1** El incumplimiento de la presente norma oficial mexicana, será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos jurídicos aplicables

## **8. BIBLIOGRAFIA**

**8.1** Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido. (D.O.F. 6 de diciembre de 1982).

**8.2** Burgess, J. C., How much data is enough? - JASA 93(4-2) 2325. 1993. (¿Cuanta información es suficiente?).

**8.3** Fidell, S., Schultz, T. J., Green, D.M. - A theoretical interpretation of the prevalence rate of noise-induced annoyance in residential populations. JASA 84(6), 2109-2113, 1988. (Una interpretación teórica del nivel de prevalecencia de molestia de ruido incluido en poblaciones).

**8.4** Fields, J.M. - The effects of numbers of noise events on people's reactions to noise; An analysis of exiting survey data JASA 75(2), 447-467, 1984. (Los efectos de números de eventos de ruido sobre las reacciones de la gente al ruido: un análisis de información existente).

**8.5** Fisk, D.J. - Statical sampling in community noise measurements. J. Sound Vibr. 30, 221-236, 1969. (Muestra estática en las medidas de ruido en la comunidad).

**8.6** Freund, J.E. Mathematical statistics.- Prentice-Hall, Inc. USA.- 1971. (Estadísticas matemáticas).

**8.7** Gagliardini, L., Roland, J., Guyader, J.L.- The use of a functional basis to calculate acoustics transmission between rooms. J. Sound vibr. 145(3), 457-

478, 1991. (El uso de las bases funcionales para calcular la transmisión acústica entre cuartos).

**8.8** ISO-1996-1982 (E). Acoustics - Determination and measurement of environmental noise. (Acústica - Determinación y medida del ruido ambiental).

**8.9** ISO-140/1978. Measurement of sound insulation in buildings and building elements. (Medida de la aislación de sonido en edificios y elementos).

**8.10** Job, R.F.S.- Community response to noise.- A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction. JASA 83(3), 991-1001, 1988. (Respuesta a la comunidad al ruido. Una revisión de los factores que influyen en la relación entre la exposición y reacción de ruido).

**8.11** Ward, W.D., Cushing, E.M., Burns, E.M.-Effective quiet and moderate T.T.S.-Implications for noise exposure standards. JASA 59(1), 160, 165, 1976.

## **9. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES**

**9.1** Esta norma oficial mexicana no coincide con ninguna norma internacional

## **10. VIGENCIA**

**10.1** La presente norma oficial mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

Dada en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los quince días del mes de diciembre de mil novecientos noventa y cuatro.- El Presidente del Instituto Nacional de Ecología, **Gabriel Quadri de la Torre**.- Rúbrica.

## **ANEXO B**

### **NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN SEGUN NOM-025-STPS-1999**

**TABLA 1**

**NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN**

<b>TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO</b>	<b>ÁREA DE TRABAJO</b>	<b>NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (LUX)</b>
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble e inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies, y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas y acabado con pulidos finos.	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Áreas de proceso de gran exactitud.	2,000

**ANEXO C**

**EQUIPOS DE MEDICIÓN DE FACTORES AMBIENTALES  
UTILIZADOS.**

## MEDIDOR DE ILUMINACIÓN. (LUXÓMETRO)



### FOTÓMETRO DE EXTECH DIGITAL

Esta unidad lee el lux (0-50.000) y la pie-bujía (0-5.000) el +/- 5%. Las instrucciones incluyen el factor de la corrección para el sodio y el halide del metal. Funciona con una batería de 9 voltios.

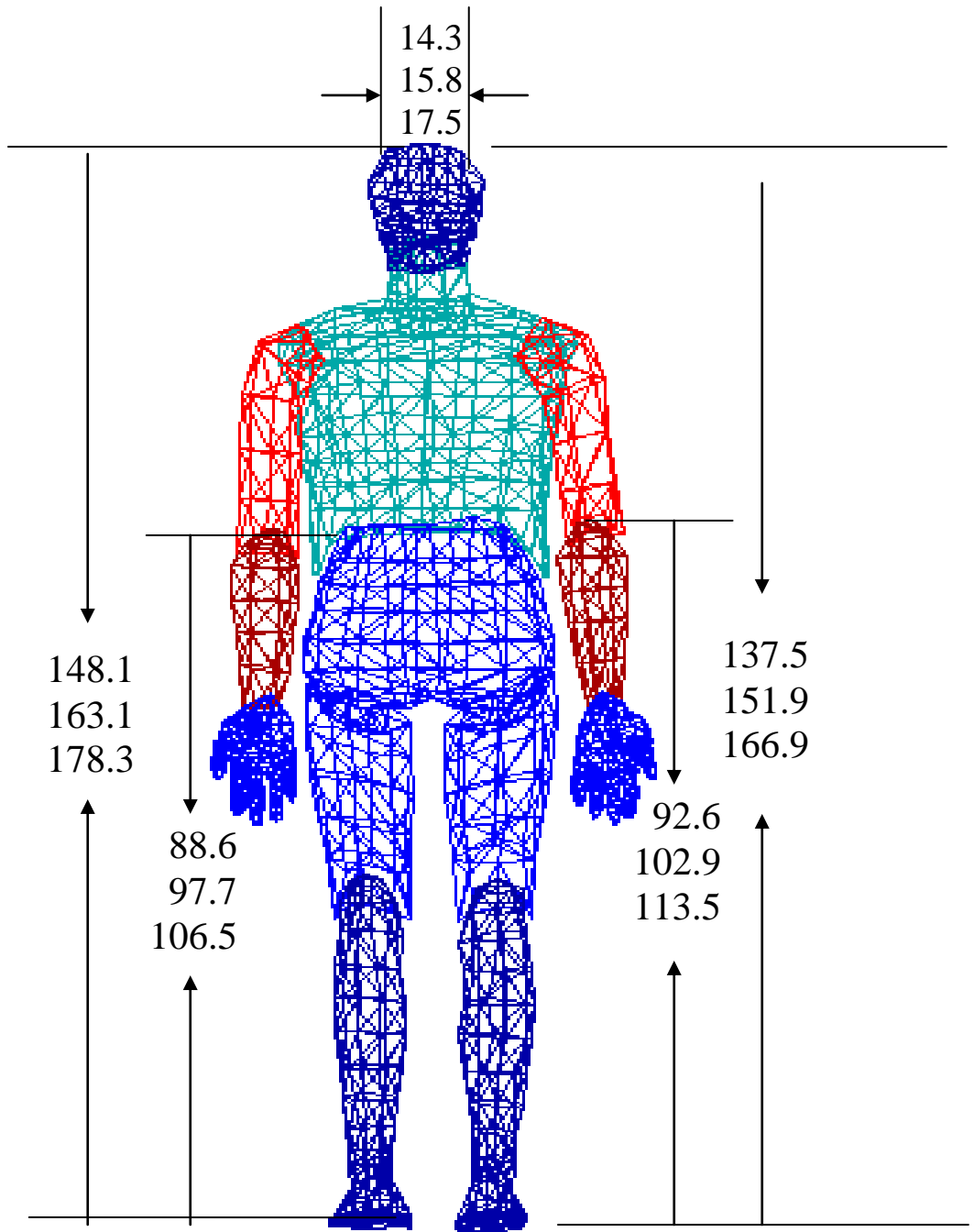
## MEDIDOR DE RUIDO(SONOMETRO)

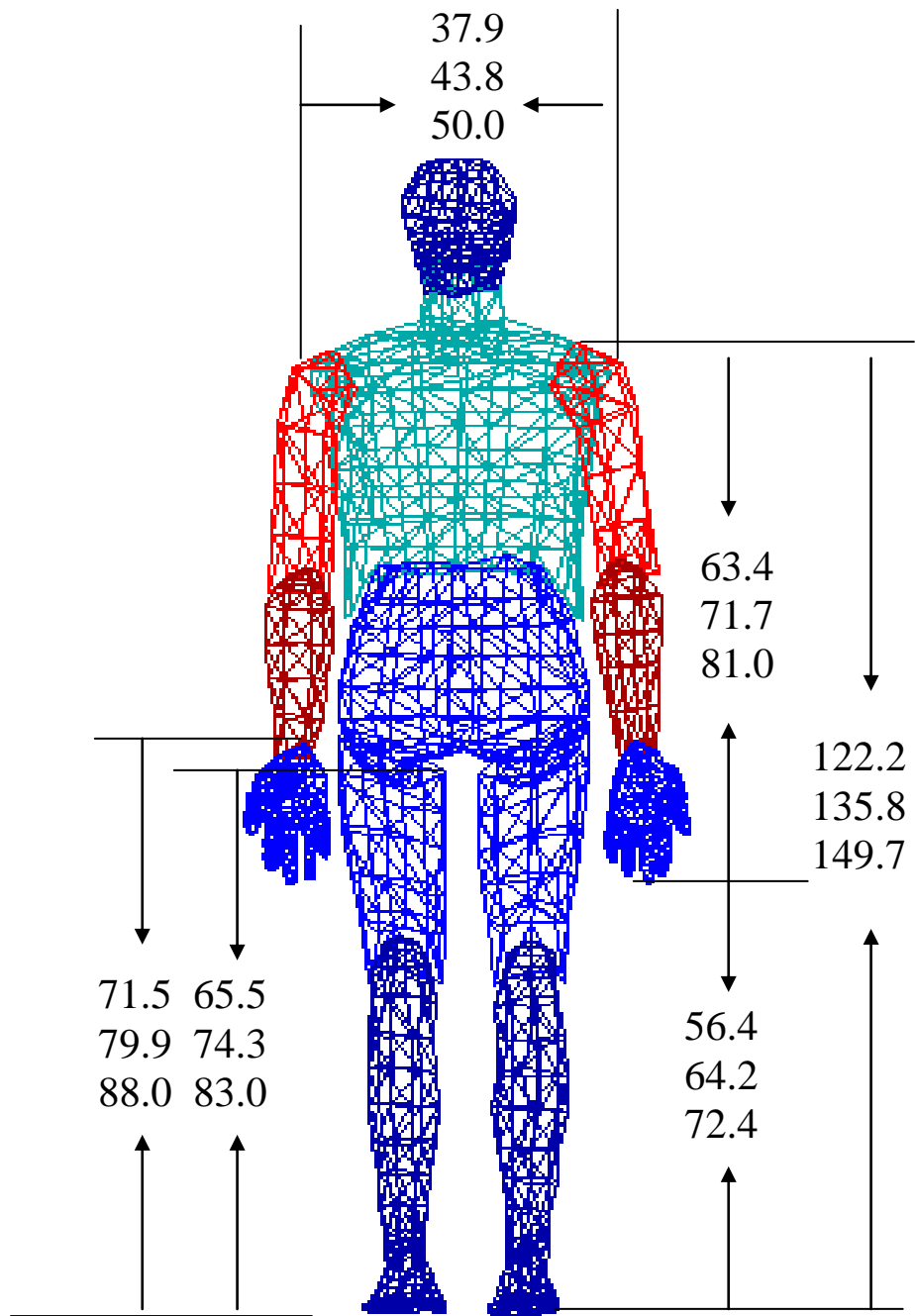


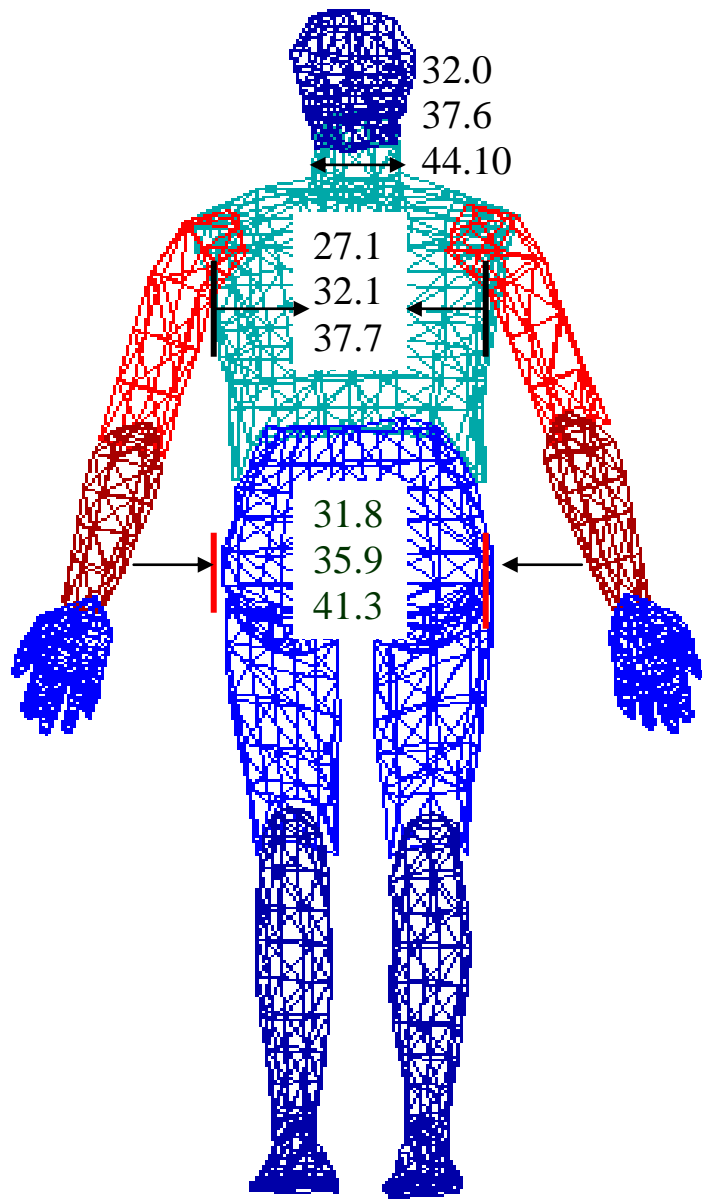
Tiene una exactitud de 1.5 d.B  
Cumple con el estándar de ANSI del tipo 2 del IEC 651.  
Tiene rangos bajo y alto.  
Cuenta con salidas análogas y digitales.

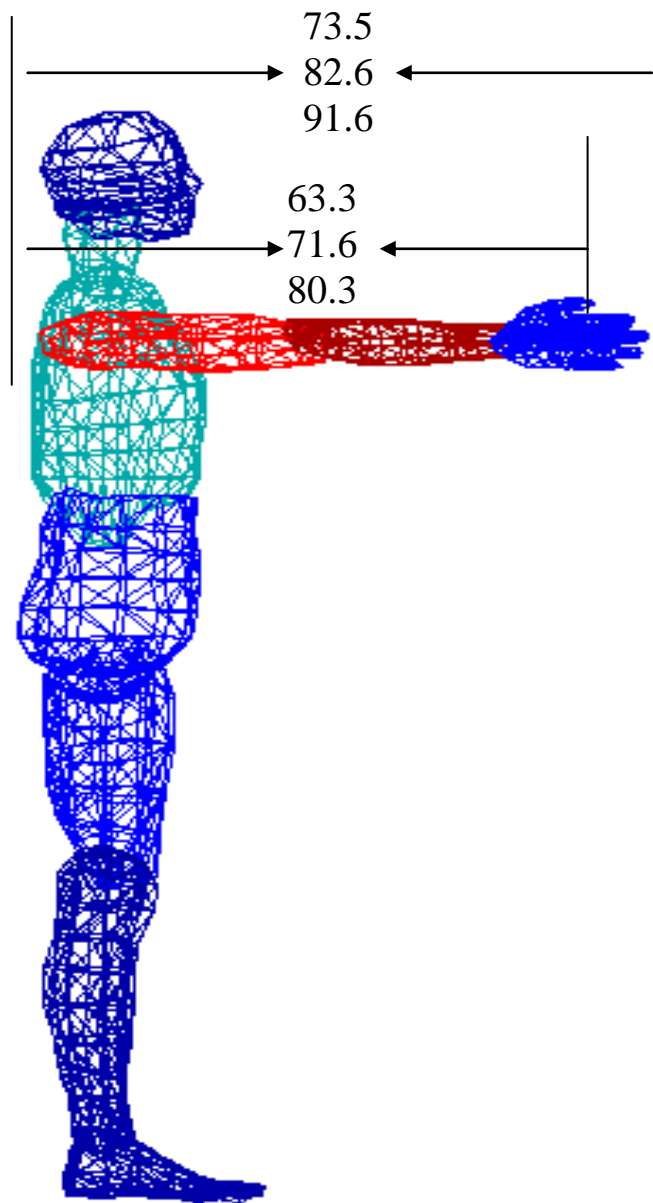
**ANEXO D.**

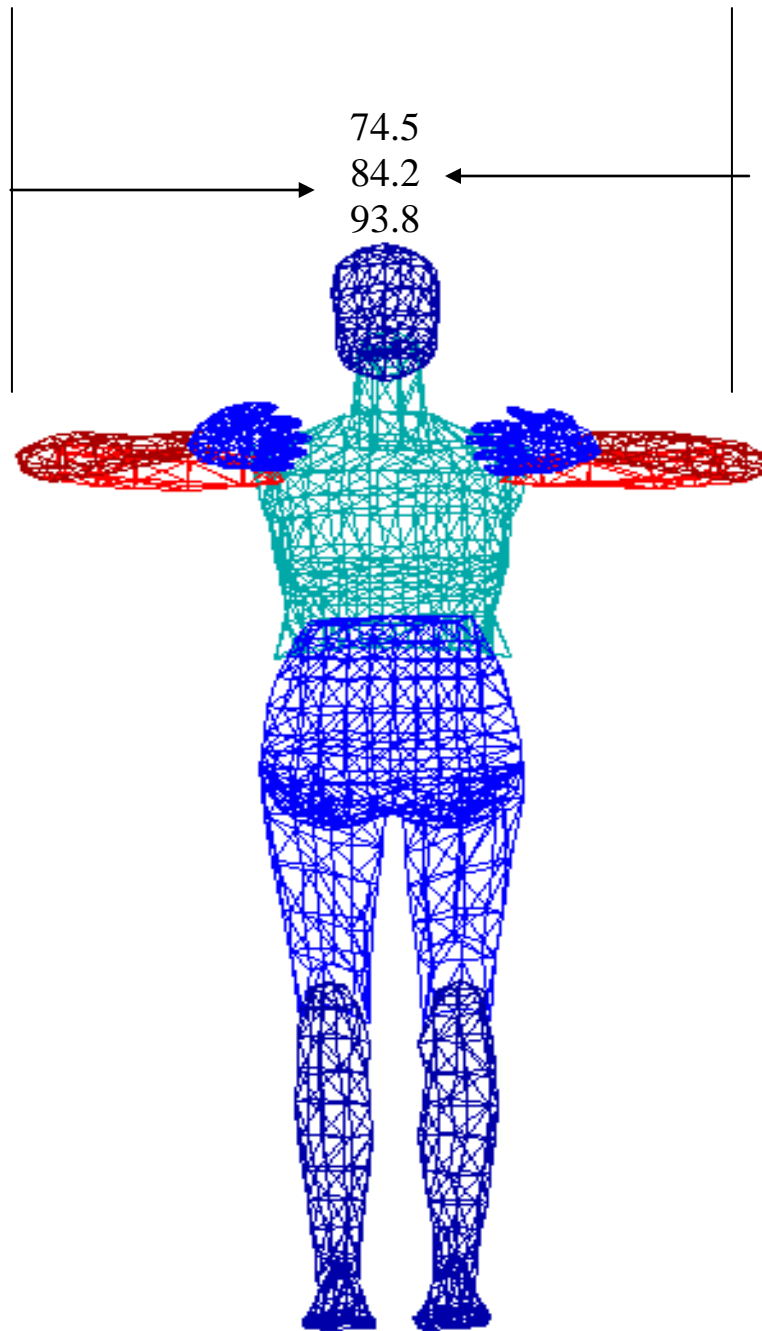
**ESTUDIO DE LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS  
ESTANDAR DE LOS MEXICANOS ENTRE 18 Y 55 AÑOS  
HECHO POR LA SOCIEDAD ERGONÓMICA DE MEXICO  
A.C.**

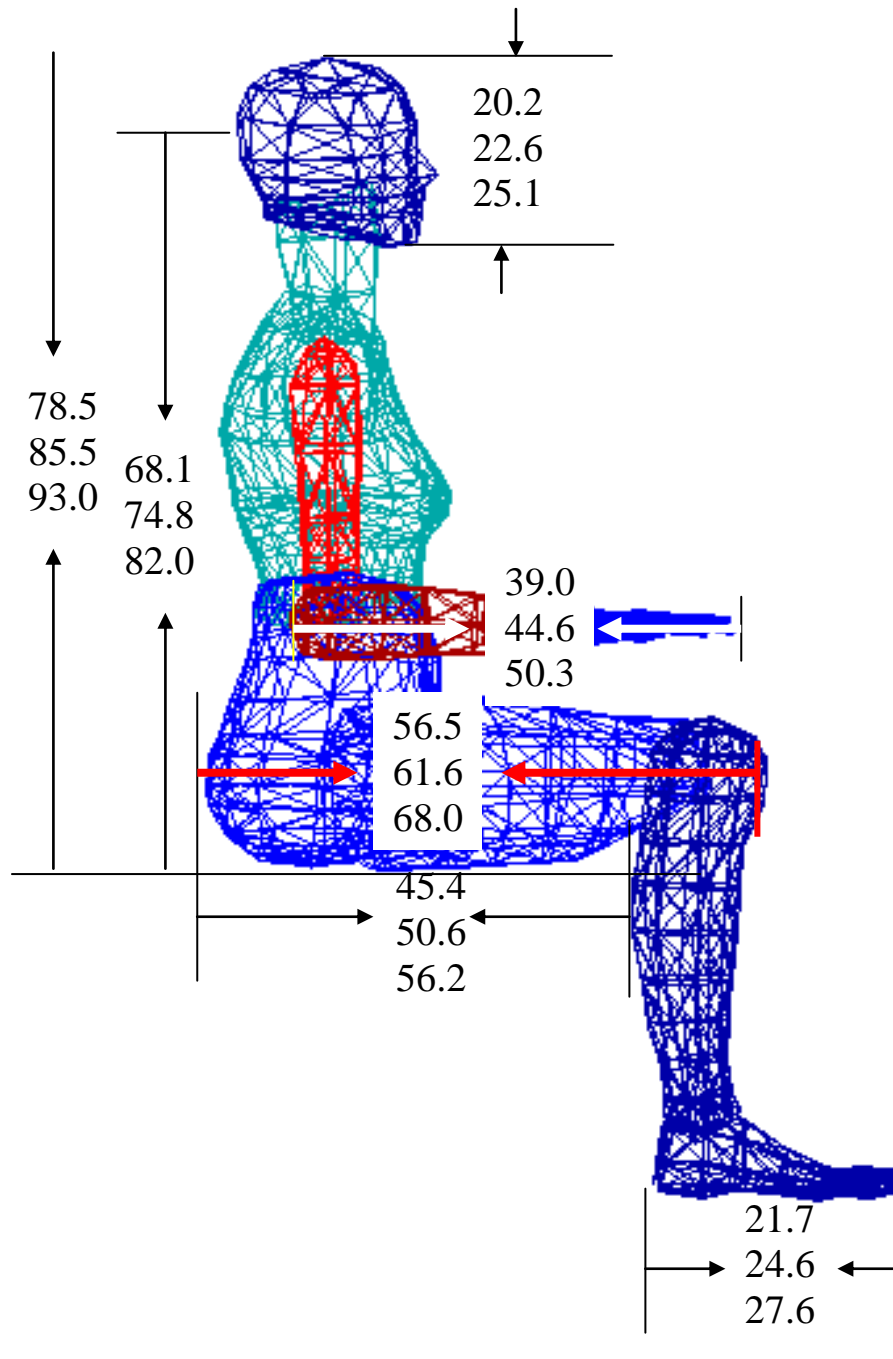


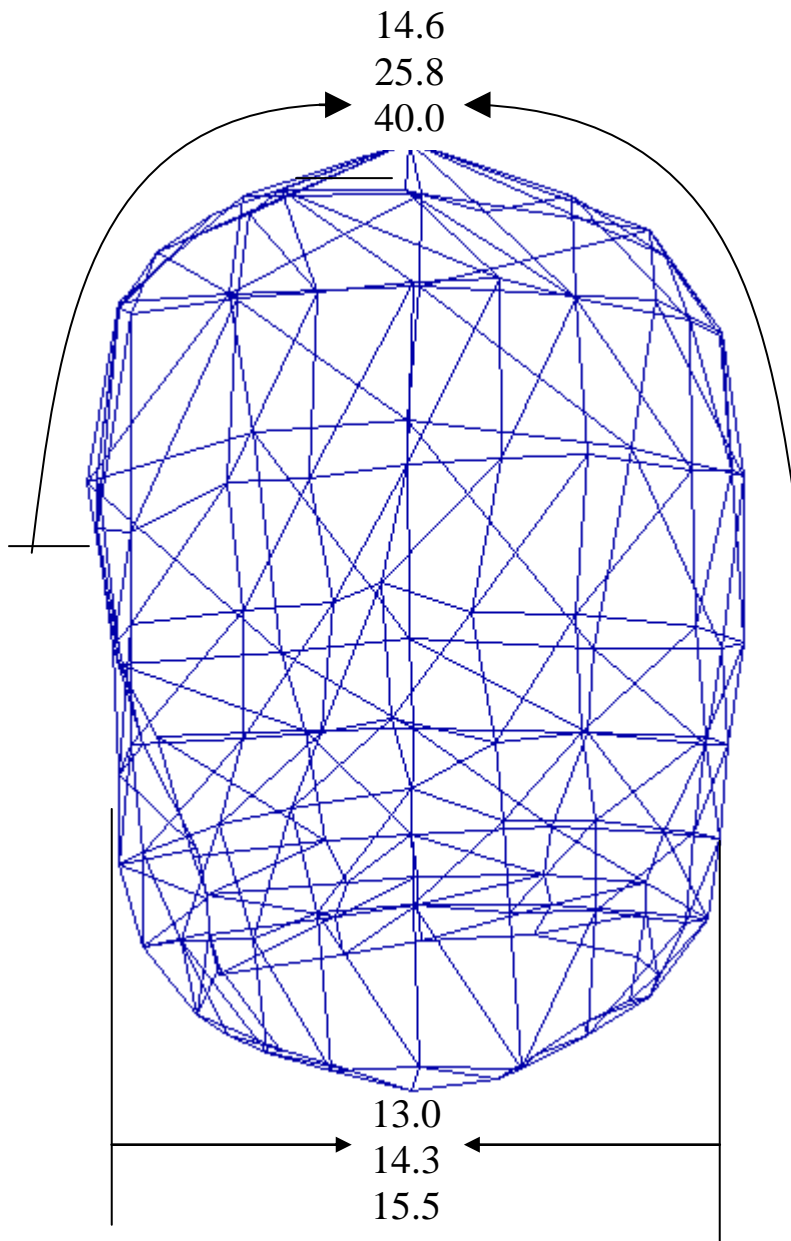












## **REFERENCIAS:**

- 1. Ergonomía I: Fundamentos.  
Tercera edición.  
Pedro R. Mondelo  
Enrique Gregori Torada  
Pedro Barrau Bombardo  
Editorial Alfaomega  
México, 2000**
- 2. Ergonomía en acción.  
David J. Osborne  
Editorial Trillas  
Segunda Edición.  
México, 1990.**
- 3. Ley del Seguro Social.  
Editorial ALCO.  
México, 1997.**
- 4. Enviroment, Safety and Health.  
Sony Electronics Inc.  
NJ, 1998.**
- 5. Biblioteca del Ingeniero Industrial.  
Gavriel Salvendy.  
Volumen 3.  
Noriega Editores.  
México, 1993.**
- 6. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.  
Editorial ALCO.  
México, 1997.**
- 7. Ley Federal del Trabajo.  
Editorial PAC.  
México, 2004.**

- 8. Reglamentos de la ST y PS.  
Congreso de la Unión.  
México, 2007.**
- 9. Reglamento Interior de Trabajo de la Empresa Placas  
Termodinámicas SA de CV.  
Mexicali, 2000.**
- 10. Reglamento Interior de Trabajo de la Empresa Televisores y  
Componentes de Mexicali.  
Mexicali, 2004.**
- 11. Ergonomía 3: Diseño de Puestos de Trabajo.  
Tercera edición.  
Pedro R. Montelo.  
Enrique Gregori.  
Pedro Barrau Bombardo.  
Editorial Alfaomega.  
México, 2000.**