

# INTRODUCCIÓN

La concepción ergonómica es considerada una actividad multidisciplinaria con la capacidad de resolver problemas orientados a la evaluación o aprovechamiento de sistemas hombre-maquina.

Las aplicaciones ergonómicas en los países industrializados, han tomado gran importancia para la productividad debido a que el factor humano es considerado el elemento fundamental en la energía de los procesos productivos, en un amplio aspecto del uso de herramientas y maquinas que abarca desde el más tradicional hasta lo mas avanzado. El máximo desarrollo de los países se encuentra en la productividad de la agricultura y él optimo aprovechamiento de la tierra, haciendo posible esto en relación con la diferencia en las características humanas y los factores ambientales.

El punto de vista ergonómico, se adapta a las necesidades de desarrollo de los países, esto incluye normar la carga física de trabajo, posturas de trabajo, levantando y acarreando, la relación hombre, maquina, herramienta, tiempo de trabajo, tiempo de reposo, alimentación y trabajo, ambiente de trabajo y actividades físicas necesarias.

La aplicación científica del ingeniero industrial, ha revelado que un elemento importante para la reducción de accidentes, incremento de la productividad y calidad de vida es la "ERGONOMÍA", motivo por el cual, en la búsqueda de soluciones aparece la mejora sistemática de las condiciones de trabajo y la actividad humana que juega un papel importante en el ámbito productivo, por todo lo anterior es importante conocer diversas técnicas y referencias históricas de la ergonomía.

El programa de ergonomía que UPIICSA ofrece a los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial estudia diversas técnicas necesarias para comprender la Ergonomía a través de una serie de criterios clasificados en cuatro unidades fundamentales como son: los antecedentes ergonómicos en la primera unidad, la segunda unidad hace todo un desarrollo de la fisiología del individuo, con el interés que el alumno establezca un amplio criterio entre el funcionamiento del organismo, la realización del trabajo y su relación con el medio ambiente, precisamente la unidad tres trata de la influencia del medio ambiente de trabajo, incluyendo en este el ambiente de todos los elementos del puesto de trabajo y finalmente la unidad cuatro analiza al trabajo, bajo el uso de sus diferentes técnicas; para llegar a la consideración sistemática de los factores de la producción.

Con intención de formar un criterio en los lectores de lo que realmente es la Ergonomía y por la importancia que tiene ésta en el sector productivo se realiza una investigación bibliográfica para facilitar su estudio y comprensión.

## INDICE

## **INTRODUCCIÓN**

### **UNIDAD I: ANTECEDENTES**

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.1 | Conceptos de Ergonomía   | 1  |
| 1.2 | Desarrollo Histórico   | 2  |
| 1.3 | Relación del hombre con su medio de trabajo                    | 3  |
| 1.4 | Tipos de Ergonomía   | 5  |
| 1.5 | Campos de Aplicación   | 7  |
| 1.6 | La historia de la ergonomía con el contexto de la especialidad | 15 |

### **UNIDAD II: ESTRUCTURA DEL CUERPO HUMANO Y FISIOLÓGÍA**

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.1     | Anatomía y fisiología del cuerpo humano | 17 |
| 2.1.1   | El sistema óseo, articular y muscular   | 20 |
| 2.1.2   | Sistema nervioso y sensorial            | 32 |
| 2.1.3   | Metabolismo                             | 38 |
| 2.1.4   | Energía                                 | 39 |
| 2.1.5   | Movimientos                             | 44 |
| 2.1.5.1 | Biomecánica                             | 46 |
| 2.2     | Métrica                                 | 59 |
| 2.2.1.  | Antropometría                           | 59 |
| 2.2.2   | Variabilidad de datos antropométricos   | 64 |

### **UNIDAD III: MEDIO AMBIENTE**

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.1   | Distribución del equipo y espacio de trabajo     | 68 |
| 3.1.1 | Diseño del espacio                               | 68 |
| 3.1.2 | Requerimientos físicos en el lugar de trabajo    | 68 |
| 3.1.3 | Requerimientos Sociales                          | 69 |
| 3.1.4 | Mecanismos de Control                            | 70 |
| 3.1.5 | Herramientas de mando                            | 71 |
| 3.1.6 | Dispositivos de transporte manual                | 71 |
| 3.2   | Comunicación y sus reglas                        | 72 |
| 3.2.1 | Comunicación hombre-hombre                       | 73 |
| 3.2.2 | Comunicación hombre-maquina                      | 75 |
| 3.3   | Posturas de Trabajo                              | 86 |
| 3.3.1 | Tipos de Postura                                 | 87 |
| 3.3.2 | Aspectos Musculares y conductibles de la postura | 87 |
| 3.3.3 | Condiciones Antropométricas                      | 88 |
| 3.4   | Fatiga   | 89 |
| 3.4.1 | Generalidades                                    | 89 |
| 3.4.2 | Fatiga Muscular                                  | 89 |

|       |                 |    |
|-------|-----------------|----|
| 3.4.3 | Fatiga Mental   | 91 |
| 3.4.4 | Edad y Trabajo  | 92 |
| 3.4.5 | Edad y Destreza | 93 |

#### **UNIDAD IV: MEDICION DEL TRABAJO**

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 4.1   | Introducción (objetivos de la medición)         | 96  |
| 4.2   | Sistemas para la medición                       | 97  |
| 4.3   | Turnos de Trabajo                               | 99  |
| 4.4   | Cargas de Trabajo                               | 102 |
| 4.5   | Relación hombre-maquina-medio-ambiente          | 112 |
| 4.6   | Ambiente Laboral                                | 114 |
| 4.6.1 | Calor Ambiental                                 | 115 |
| 4.6.2 | Iluminación y color                             | 124 |
| 4.6.3 | Ruido   | 124 |
| 4.6.4 | Vibraciones                                     | 125 |
| 4.6.5 | Ventilación                                     | 127 |
| 4.7   | Aplicación de un sistema ergonómico             | 131 |
|       | *ANEXO: Factores individuales o socioculturales | 133 |



# **UNIDAD I**

## **ANTECEDENTES**

**Objetivo: Identificar los diferentes tipos de ergonomía de acuerdo a su uso, su campo de aplicación, la relación que guarda con el campo de trabajo y el desarrollo que ha tenido a lo largo de la historia.**

## ANTECEDENTES

### 1.1. CONCEPTO DE ERGONOMÍA

El surgimiento de la maquina patentó la relación hombre-maquina, que esta supeditada únicamente al empirismo, por la forma de trabajo y como el individuo lo realiza.

En la actualidad, la ergonomía es un conocimiento sistematizado, definido como una disciplina científico-técnica en el diseño general, y apoya el estudio integral del individuo o grupos de individuos en el marco referencial del trabajo, realizándolos con el manejo de equipos y maquinas dentro del ambiente laboral para optimizar la relación hombre-maquina-entorno.

El primer acercamiento al concepto de ergonomía es etimológico, “ERGON” que significa trabajo y “NOMOS” que significa norma o ley; es decir, ley natural del trabajo o tratado sobre la ejecución normal del trabajo.

Existen los siguientes conceptos

- La sociedad de investigaciones ergonómicas define a la ergonomía como *“el estudio científico del factor humano en relación con el ambiente de trabajo, el diseño de los equipos, máquina y espacios de trabajo”*
- De acuerdo al Centro Nacional D Ars et Metiers, uno de los centros mas prestigiados a nivel internacional en la formación de la ergonomía la define como: *“Una disciplina científica que estudia el funcionamiento del hombre en la actividad laboral”; “Es una técnica que agrupa y organiza los conocimientos con la finalidad de analizar y evaluar medios de trabajo”*
- El glosario ergonómico de la acción comunitaria ergonómica da la siguiente definición: *“Es la relación entre el hombre y su trabajo, donde los beneficios son en términos de eficiencia humana y bienestar”*
- El fundador del departamento de ergonomía y ecología humana de la universidad de Paris (Panteón Soborne) PERRE CAZAMIA, define la ergonomía como: *“Una ciencia multidisciplinaria aplicada, cuyo objeto es el trabajo humano”*

Todas estas definiciones, manifiestan que el carácter científico de la ergonomía varía en función de los agentes sociales y es necesaria para el mejoramiento de las condiciones de trabajo.

## 1.2 DESARROLLO HISTORICO

La ergonomía aparece cuando el hombre inicia su interacción con el medio ambiente, para concebir y utilizar los recursos materiales con que se dispone, transformándolos en satisfactores de sus necesidades. Se encuentran indicios desde la edad de piedra.

La ergonomía recibe diversos nombres de acuerdo a la orientación que se le da en algunos países: en EE.UU. se habla de la ingeniería humana, en Alemania se usa la expresión de ciencia del trabajo, en Bulgaria se le conoce como antropotecnia; en la sociedad Francesa, a la ergonomía se le identifica con la “agrupación de conocimientos de fisiología, psicología y algunas disciplinas aplicadas al trabajo humano”, con la perspectiva de mejorar la adaptación del hombre a los métodos, medios y sitios de trabajo.

En la primera guerra mundial la producción de armamento y municiones, trajo como consecuencia sobre tensión y fatiga a los trabajadores, lo que ocasiono gran cantidad de accidentes; en Inglaterra se integran grupos de ingenieros, psicólogos, sociólogos y médicos interesados en el análisis de la postura laboral y el uso de música ambiental.

En 1920 se desarrolla intensamente la fisiología, la psicología y la higiene ocupacional cuyos resultados logran gran trascendencia al aplicarlos a los procesos productivos. También la sociología industrial aparece en esta época, con la teoría de ELTON MAYO; lo que demuestra que los estímulos morales y psicológicos no están por debajo de los económicos, surgiendo la nueva orientación denominada “humanización del trabajo”

En la época de los treinta, Kurt Lewin, fundador de la teoría dinámica grupal, realiza estudios sobre motivación, encaminados a encontrar un clima psicosocial apto para el trabajador.

K.F. Murrell señala que el periodo comprendido entre las dos guerras, se distingue básicamente por las siguientes consideraciones:

- El trabajo a veces es interdisciplinario
- Generalmente el trabajo es exploratorio con la finalidad de verificar la evolución natural de la industria.

El advenimiento de la 2ª guerra mundial da lugar a la aparición de esta disciplina en el mundo occidental en 1949 por la sociedad de investigación ergonómica, formado por un grupo interdisciplinario de profesionales interesados en analizar los problemas laborales humanos.

En 1950 se adopta el termino “ERGONOMÍA” como un concepto formal en el diseño para denotar las capacidades y limitaciones humanas, en Inglaterra y EE.UU. surge la

sociedad de factores humanos, que difunde este nuevo conocimiento; en Japón se funda la sociedad ergonómica de investigación científica (1964).

### **1.3. RELACIÓN DEL HOMBRE CON SU MEDIO DE TRABAJO**

Hay una evidencia claramente definida que muestra la relación creciente entre el trabajador, la organización y la naturaleza del trabajo; como un elemento clave que determina la salud física y mental, así como el comportamiento del individuo, de modo que el trabajador espera que su ocupación lo conduzca hacia la salud y no hacia la enfermedad.

El ambiente económico y social de nuestro tiempo, se caracteriza por el desarrollo y perfeccionamiento continuo de los medios de producción, como problemas cada vez más complejos en la investigación racional de los recursos materiales y humanos en cada una de las empresas. Entre los recursos, la mano de obra ocupada es lo más importante, la conservación y la promoción de la salud del hombre en el trabajo, constituye por consecuencia un imperativo social esencial, y la personalidad humana poco desarrollada.

En la relación; hombre, organización y medio de trabajo, se piensa que en igual de exigencia debe atender la utilización productiva de la mano de obra y el gasto de energía lo menos posible en condiciones normales de ritmo y esfuerzo.

El hombre produce gracias a su capacidad de trabajo; que es en función de sus capacidades físicas e intelectuales así como la experiencia que él acumule, a fin de que él pueda utilizar la capacidad de trabajo de manera racional, requiere un puesto de trabajo de acuerdo a la actividad, que responda a las buenas condiciones que se requieran, los factores más comunes son:

- Los métodos de trabajo previstos para la ejecución de la operación.
- Los medios y los objetos de trabajo, equipos y herramientas de apoyo, la lubricación etc.
- El medio donde se desarrolla el trabajo, y los factores que influyen en el incremento de la fatiga o el estado de salud del trabajador, ambiente físico.
- Iluminación, microclima (temperatura, humedad y velocidad del aire) diferentes categorías de brillantes de luz, pureza del aire, ruido, vibraciones, etc. El ambiente físico, colores, música funcional, carencia de colaboración, interés y ausencia de interés por monotonía
- La duración del puesto de trabajo y la duración del tiempo de descanso

La sofisticación que exige la producción en estas condiciones para la mano de obra es la misma para los demás recursos y varias disciplinas y ejercicios que se preocupan por estos diversos conceptos de la realización de relaciones optimas entre el hombre y su medio de trabajo y el medio ambiente físico psíquico y social que son los que hacen la aparición de la ergonomía.

La ergonomía es una ciencia interdisciplinaria, donde los ingenieros, economistas, fisiólogos, antropólogos, psicólogos y pedagogos, son llamados a aportar su colaboración dentro del marco de un gremio armónico para analizar los puestos de trabajo, a fin de asegurar el desarrollo óptimo de los recursos de producción y eliminar los movimientos inútiles o fatigantes, lo mismo para mejorar posturas como para lograr un gasto mínimo físico y neurofísico. Es evidente que el principal objeto de estudio en el puesto de trabajo es observarlo con todos sus componentes.

Una vez definida la solución lógica de las operaciones a realizar en el puesto de trabajo y los métodos de trabajo, es posible definir una primera categoría de acciones que concierne a los ejecutantes, notoriamente en la información profesional; que implica aptitudes, conocimiento y experiencia. La intervención de especialistas es necesaria para colocar el hombre en el lugar que corresponde y establecer la relación satisfactoria entre la exigencia humanas del puesto de trabajo y las cualidades individuales del operador. Cada área de especialidad tiene una tarea bien determinada.

El especialista de la organización del trabajo, determina las exigencias el puesto de trabajo para solicitar una información profesional del ejecutante. Tomando en cuenta esas exigencias, el psicólogo fija las aptitudes que debe presentar el operador. El medico estudiara lo solicitado por el puesto de trabajo con el fin del que el organismo humano responda a las condiciones que solicita la tarea.

En cuanto al sociólogo, el pedagogo y el economista, cada uno aporta su contribución relativa a su área de conocimiento.

Si los ingenieros de los estudios de oficina, los técnicos especialistas en organización del trabajo son perfeccionistas en flujos de los procesos, del funcionamiento, desde la utilización de instalaciones hasta los métodos de trabajo y máximas exigencias, los conocimientos en general son insuficientes para adaptar al hombre al trabajo o el trabajo al hombre.

Así, cuando un ventilador se tiene que instalar en un área determinada, el ingeniero debe seleccionarlo a fin de asegurar una instalación rápida y el ruido del funcionamiento no produzca efectos nocivos en la salud de los trabajadores y pro consiguiente en su productividad.

En materia del nivel admisible de ruido, del funcionamiento y velocidad máxima tolerable, de acuerdo a la velocidad del aire es una decisión de ingeniero de acuerdo a los requerimientos fisiológicos.

En definitiva los avances reflejados por la ergonomía en la organización del trabajo, permiten una acertada tipología de requerimientos que observan las siguientes características:

- 1 El estudio científico de la relación "hombre-medio de trabajo-objetos de trabajo-medio ambiente físico y social" hacen una importante aportación a la solución de

problemas complejos por parte de la organización del trabajo sobre la base de criterios científicos.

- 2 Las áreas de conocimiento, estudio de puesto de trabajo y los elementos que lo constituyen, están dados por la organización científica de ese grupo llamado "colaboración de especialistas", los que podrán hacer aportaciones precisas en cada una de sus especialidades.
- 3 Las organizaciones ergonómicas del trabajo, deben intervenir en el estudio de proyectos, así como en la determinación del estado de producción y la cuestión de adaptación.

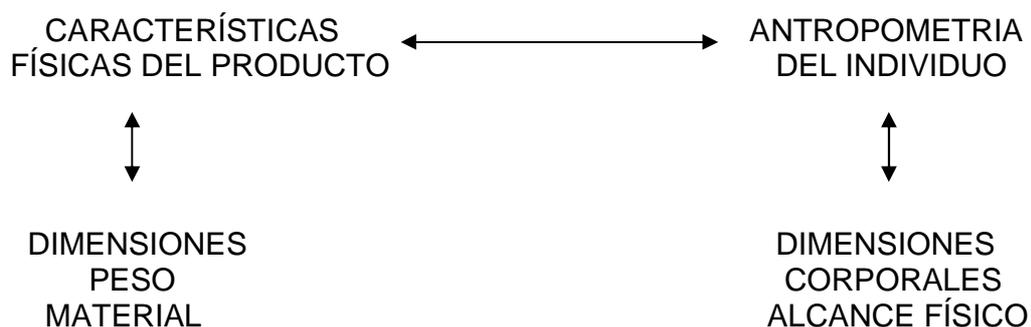
## 1.4 TIPOS DE ERGONOMIA

La investigación ergonómica puntualiza, que el campo de aplicación admite una clasificación convencional que va mas allá del ámbito general, y especifica de la forma siguiente:

**ERGONOMÍA DE DISEÑO:** es la aplicación del conocimiento en la fase de planeación de una nueva planta, proceso de fabricación, puesto de trabajo, de una maquina herramienta o con la intención de tener una alternativa que responda a las exigencias ergonómicas.

**ERGONOMÍA CORRECTIVA:** consiste en la aplicación del conocimiento para mejorar una situación inevitable de trabajo mal concebida. Aunque los efectos de la ergonomía correctiva en general son considerados eficientes y productivos, su paliación es muy costosa.

**ERGONOMÍA DEL PRODUCTO:** es el análisis de todos los elementos de un productos, así como su concepción y fabricación, siguiendo ciertos señalamientos como:



**ERGONOMÍA DE LA CONSTRUCCION:** se orienta al análisis, diseño, construcción y operación de los edificios y casas, para obtener el mejor confort de estos; dentro de los factores a considerar se encuentran:

- Orientación del edificio
- Iluminación natural

- Prevención del ruido
- Prevención de vibraciones
- Distribución de los espacios mínimos
- Dimensiones mínimas para la circulación
- Tipo de materiales
- Altura de puertas y ventanas

En la construcción de edificios industriales, administrativos y oficinas, esta debe adaptarse a las actividades humanas que se realizaran; la concepción de los espacios de trabajo necesita considerar la instalación de los equipos y el área antropométrica.

La ubicación y orientación del edificio determinara inicialmente el medio ambiente, y su orientación permite variar los efectos de estas condiciones externas sobre el trabajo y los trabajadores.

El urbanismo es otro de los factores de mejora de las condiciones de trabajo, por lo que se debe analizar:

- La situación existente
- Considerar los criterios ergonómicos
- Simular las futuras condiciones de trabajo
- Considerar criterios estéticos
- Vías de circulación

**ERGONOMÍA DEL TRANSPORTE:** considera de forma directa el diseño del ambiente interno de la unidad de transporte, para proporcionar tanto a los pasajeros como al conductor la comodidad del viaje, esto es, desde el punto de vista dimensional y del espacio funcional de la utilización. Las formas de transporte también forman parte de la vida laboral.

La ergonomía del transporte de pasajeros, esta relacionada directamente con el confort, donde se analizan los siguientes factores:

- Dimensiones del asiento
- Espacio entre asientos
- Efectos de vibración, aceleración, aclimatación e insonorización.

Para el conductor, aparte de los factores anteriormente citados se deben considerar:

- Ubicación de controles
- Señalización
- Área de visión del operario

**ERGONOMÍA INFORMATICA:** se ocupa del análisis, evaluación y mejoramiento de los equipos (hardware) así como del diseño del software buscando una optima relación entre ordenador, usuario y entorno.

ERGONOMÍA AMBIENTAL: analiza todos los agentes ambientales con el fin de prevenir la fatiga.

ERGONOMÍA DE LOS PUESTOS: conocida también como ergonomía de sistemas, considera la relación hombre-maquina-entorno.

## **1.5. CAMPOS DE APLICACIÓN**

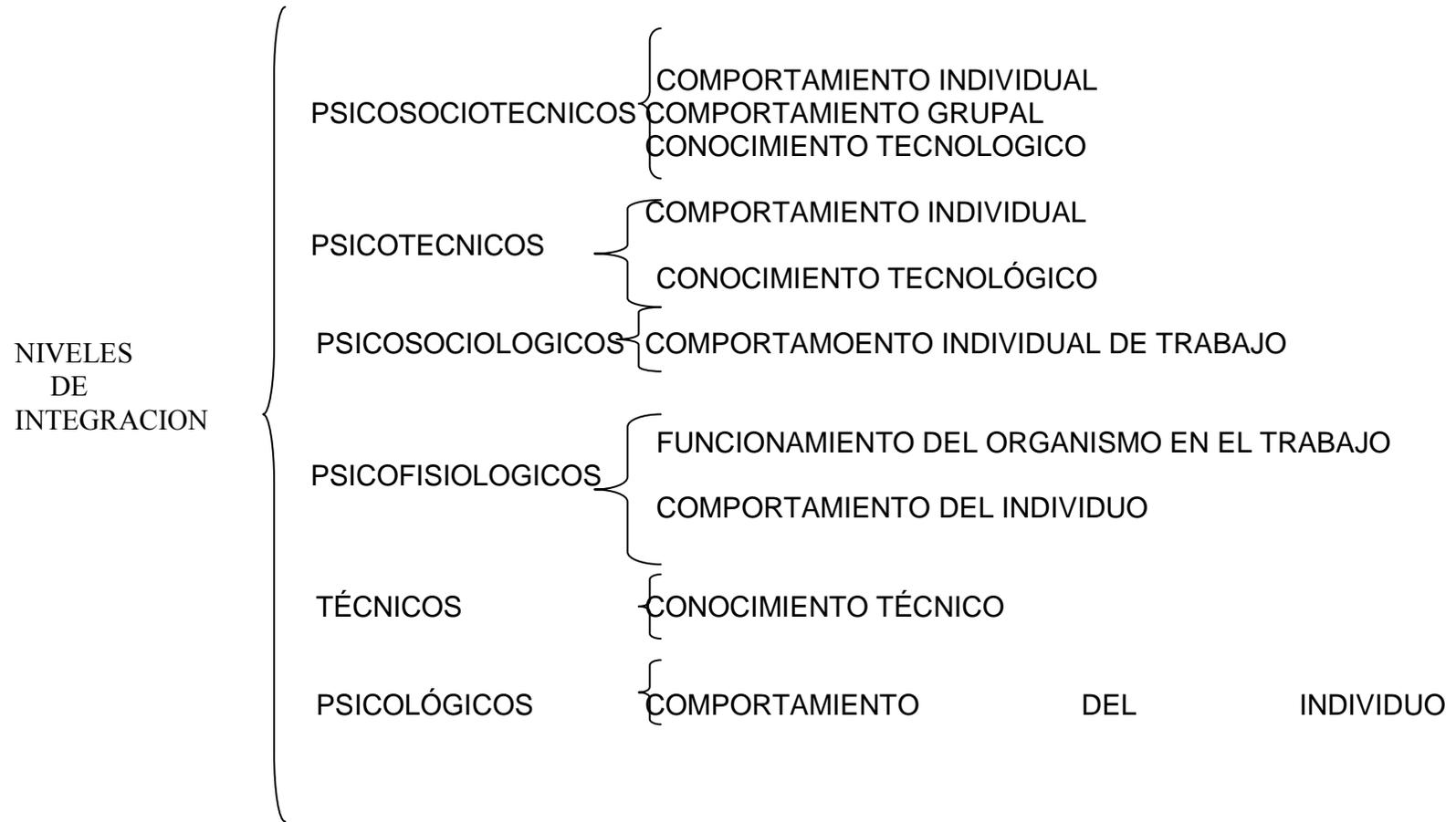
Una de las características principales que identifican a la ergonomía, es que esta disciplina considera al individuo como centro y hacedor de las cosas. Es un hecho que el ser humano ha tratado siempre que el diseño de los productos y ambientes den como resultado su beneficio propio.

Desde un punto de vista histórico, la relación hombre-maquina constituye el primer campo de aplicación de la ergonomía y su objetivo fundamental consiste en adaptar el puesto de trabajo para facilitar el trabajo humano. Se consideran otras aplicaciones como el reajuste de los dispositivos y señales, y de los dispositivos de mando; en la actualidad la ergonomía se preocupa por mejorar el complejo sistema hombre maquinas, esto trae consigo que la ergonomía tenga aplicaciones directas en disciplinas como la organización del trabajo, sociología industrial y el estudio de los sistemas de información.

Las características ergonómicas de los factores hombre-Maquina-Entorno nacen de una serie de índices integrales que a su vez son resultado de índices grupales



# INDICES ERGONOMICOS UNITARIOS HOMOGENEOS



RELACIONES ENTRE LAS CIENCIAS EN UN SENTIDO TRADICIONAL, SEGUN DUKES-DOBOS.

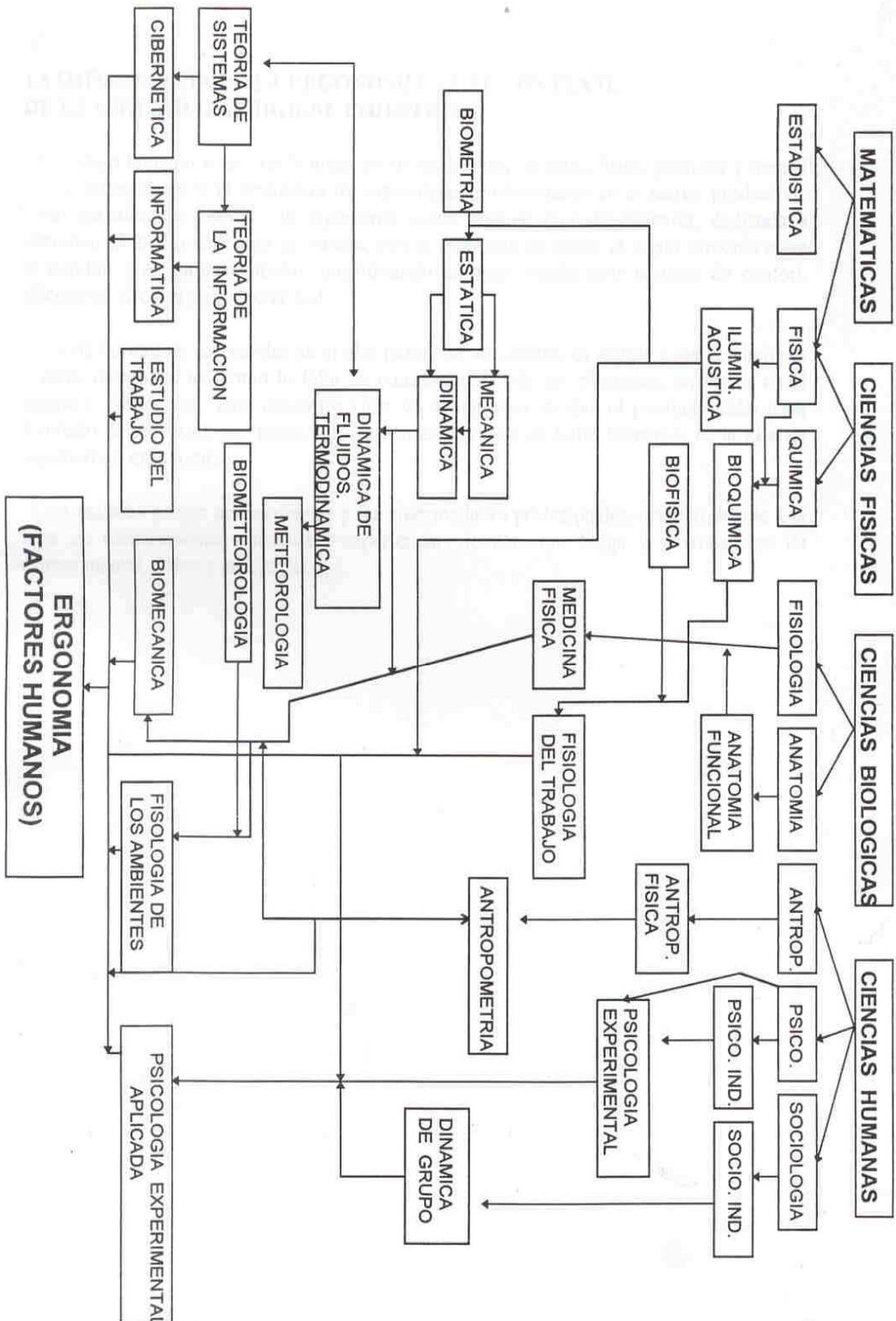


FIG 1: RELACION DE LA ERGONOMIA CON OTRAS CIENCIAS SEGÚN DUKES-DOBOS

La Ergonomía y Disciplinas Relacionadas. Es importante mencionar que esta área esta relacionada con disciplinas afines como: la investigación de operaciones, el estudio del trabajo y el estudio de tiempos y movimientos. Cada una trata de hacer óptima la eficiencia del trabajador y ciertas áreas se traslapan de manera inevitable.

El estudio de tiempos y movimientos; se refiere primordialmente al desempeño incrementado mediante la medición y la minimización del tiempo que se lleva realizar varias operaciones (movimientos). Los lineamientos fundamentales de esta disciplina sugieren que:

- (a) a pesar de que normalmente hay varias formas de llevar a cabo una tarea, un método tendrá que ser superior a los demás y
- (b) el método superior puede determinarse mediante la observación y el análisis del tiempo que se requiere para llevar a cabo las partes de esa actividad.

El estudio del trabajo evolucionó a partir del estudio de tiempos y movimientos, pero pone menos énfasis en la derivación de los estándares de tiempo. Parece que el estudio del trabajo ofrece un traslape con la ergonomía, pues ambos consideran al hombre en su ambiente laboral, ambos intentan analizar el proceso laboral para optimizar el desempeño, y ambos dan menos apoyo al tiempo y ponen más énfasis en el proceso total y el bienestar del trabajador, sin embargo es importante mencionar que el estudio del trabajo, examina las tareas con pocas referencias al individuo, lo cual suele reflejarse en que el puesto sea diseñado para el común denominador más bajo dentro del catálogo de las habilidades; por lo tanto, podría decirse que el trabajo contiene cierta filosofía ergonómica, pero no la suficiente para hacer idénticas a las dos disciplinas.

La investigación de operaciones intenta producir un sistema de trabajo total óptimo mediante la predicción de los requerimientos del sistema en el futuro, y después mediante la planeación de la carga de trabajo y del sistema para satisfacer estos requerimientos. Así pues, parece obvio que cada disciplina implique algo de ergonomía y que esta ciencia, en su turno, adopte algo de su filosofía, de sus métodos y de las técnicas de cada una de ellas; sin embargo, también es obvio que el tema por estudiar y el énfasis de cada una difiere, algunas veces de manera significativa.

Ciencias que utiliza la Ergonomía para mantener la Salud de los Trabajadores. Esta área utiliza otras ciencias, para poder tener una Seguridad Industrial

| Físico      | Mental.               | Social.                  | Salud. |
|-------------|-----------------------|--------------------------|--------|
| Condiciones | Contenido del trabajo | Organización del trabajo |        |
| Seguridad   | Psicología            | Ingeniería               | Daño   |
| Higiene     | Sociología            | Psicología               |        |
| Ingeniería  | Ingeniería            | Economía                 |        |

|             |             |            |  |
|-------------|-------------|------------|--|
| Física      | Fisiología  | Sociología |  |
| Fisiología  | Legislación |            |  |
| Psicología  |             |            |  |
| Estadística |             |            |  |

Respecto al enfoque de sistemas; en el Sistema Hombre–Máquina, la ergonomía busca maximizar la seguridad, la eficiencia y la comodidad mediante el acoplamiento de las exigencias de la máquina del operario a sus capacidades. Si el hombre se adapta a los requerimientos de su máquina, se establecerá una relación entre ambos, de tal manera que la máquina dará información al hombre por medio de su aparato sensorial, el cual puede responder de alguna manera, tal vez si se altera el estado de la máquina mediante sus diversos controles; el hombre podrá corregirlos gracias a sus sentidos. De esta forma, la información pasará de la máquina al hombre y otra vez de éste a la máquina, en un circuito cerrado de información-control (figura 2).

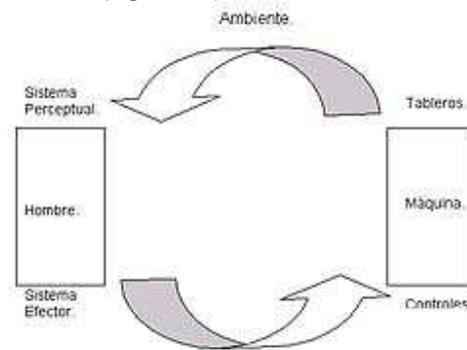


Figura 2. Sistema HombreMáquina. Ambiente.

La Ergonomía se puede aplicar para varias actividades, solo que existen áreas donde sus técnicas son más eficaces:

a) Antropometría. Es una de las áreas que fundamentan la ergonomía y trata con las medidas del cuerpo humano que se refieren al tamaño del cuerpo, formas, fuerza y capacidad del trabajo. En la ergonomía, los datos antropométricos son utilizados para diseñar espacios de trabajo, herramientas, equipo de seguridad y protección personal, considerando las diferencias entre las características, capacidades y límites físicos del cuerpo humano. Las dimensiones del cuerpo humano han sido un tema recurrente a lo largo de la historia de la humanidad. Los estudios antropométricos que se han realizado se refieren a una población específica, como lo puede ser hombres o mujeres, y en diferentes rangos de edad. El tipo de datos antropométricos que interesan principalmente para un ergónomo, se pueden dividir en dos categorías:

1. La antropometría estructural; que también suele llamarse antropometría estática, la cual se refiere a las dimensiones simples de un ser humano en reposo,

por ejemplo: peso, estatura, longitud, anchura, profundidades y circunferencias de la estructura del cuerpo.

2. La antropometría funcional; también llamada antropometría dinámica, que estudia las medidas compuestas de un ser humano en movimiento, por ejemplo: el estirarse para alcanzar algo y los rangos angulares de varias articulaciones.

b) Biomecánica y Fisiología. La biomecánica es el área de la ergonomía que se dedica al estudio del cuerpo humano desde el punto de vista de la mecánica clásica o Newtoniana, y la biología, pero también se basa en el conjunto de conocimientos de la medicina del trabajo, fisiología, antropometría y antropología. Su objetivo principal es el estudio del cuerpo con el fin de obtener un rendimiento máximo, resolver algún tipo de discapacidad, o diseñar tareas y actividades para que la mayoría de las personas puedan realizarlas sin riesgo de sufrir daños o lesiones.

c) Psicología. Los ergonomistas del área psicológica tratan con temas tales como el proceso de recepción de señales e información, la habilidad para procesarla y actuar con base en la información obtenida, conocimientos y experiencia previa. La interacción entre el humano y las máquinas o los sistemas depende de un intercambio de información en ambas direcciones entre el operador y el sistema, ya que el operador controla las acciones del sistema o de la máquina por medio de la información que introduce y las acciones que realiza sobre este, pero también es necesario considerar que el sistema alimenta de cierta información al usuario por medio de señales, para indicar el estado del proceso o las condiciones del sistema.

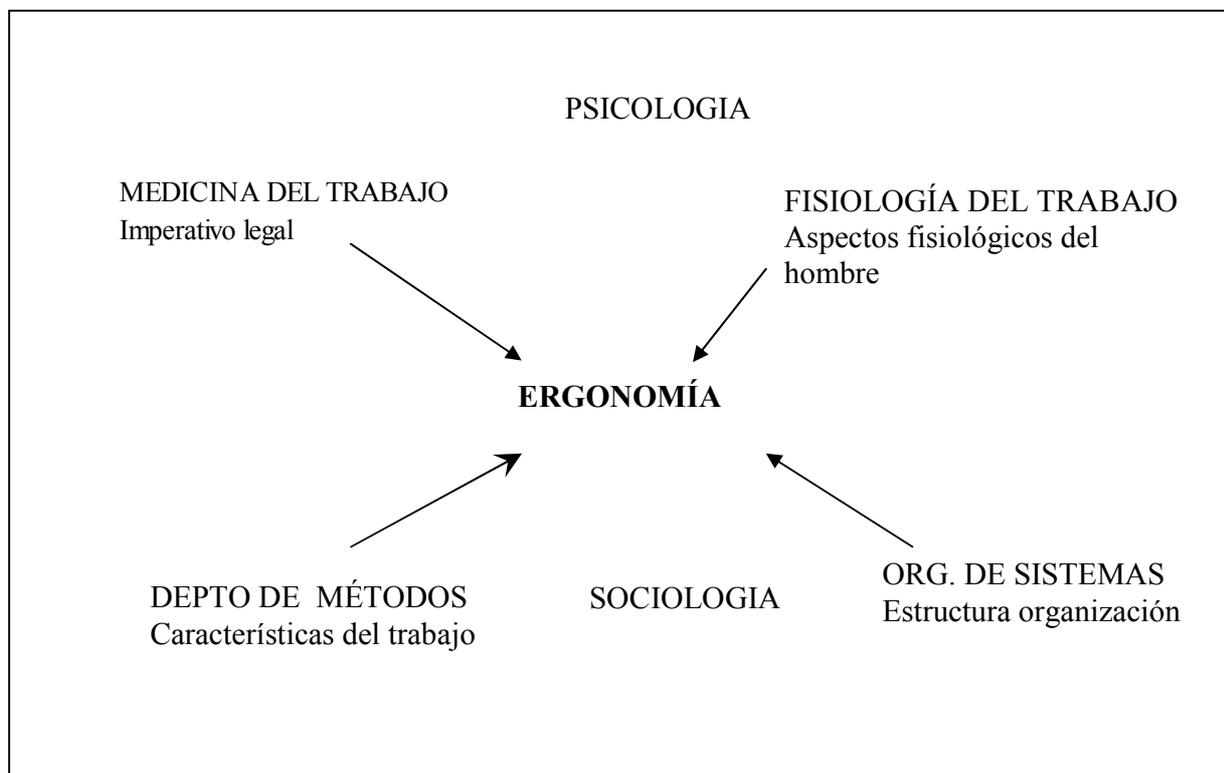
d) Ergonomía de Diseño y Evaluación. Los ergonomistas del área de diseño y evaluación participan durante el diseño y la evaluación de equipos, sistemas y espacios de trabajo; su aportación utiliza como base conceptos y datos obtenidos en mediciones antropométricas, evaluaciones biomecánicas, características sociológicas y costumbres de la población a la que está dirigida el diseño. Al diseñar o evaluar un espacio de trabajo, es importante considerar que una persona puede requerir de utilizar más de una estación de trabajo para realizar su actividad, de igual forma que más de una persona puede utilizar un mismo espacio de trabajo en diferentes períodos de tiempo, por lo que es necesario tener en cuenta las diferencias entre los usuarios en cuanto a su tamaño, distancias de alcance, fuerza y capacidad visual, para que la mayoría de los usuarios puedan efectuar su trabajo en forma segura y eficiente. Al considerar los rangos y capacidades de la mayor parte de los usuarios en el diseño de lugares de trabajo, equipo de seguridad y trabajo, así como herramientas y dispositivos de trabajo, ayuda a reducir el esfuerzo y estrés innecesario en los trabajadores, lo que aumenta la seguridad, eficiencia y productividad del trabajador.

## ALCANCES DE LA ERGONOMÍA

El campo de acción de la ergonomía es muy amplio ya que la relación con las disciplinas que interactúa es muy estrecha, debido a que constituye un sistema integrado de la fisiología, anatomía, antropología, psicología, sociología, estadística, física y química, que tienen como base fundamental a las disciplinas básicas: las matemáticas, ciencias físicas, ciencias biológicas y ciencias humanas; por ello la ergonomía es considerada como interdisciplinaria.

En el siguiente cuadro aparecen las subdisciplinas, los campos de las especialidades y en consecuencia los campos de aplicación.

## PRINCIPALES RELACIONES DE LA ERGONOMÍA



## **1.6. IMPORTANCIA DE LA ERGONOMÍA EN EL CONTEXTO DE LA SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**

El trabajo humano y las condiciones de su realización, la salud física, psíquica y mental de los trabajadores y el desarrollo de capacidades profesionales en el marco productivo, están actualmente usando la ergonomía como técnica multidisciplinaria, dedicada a examinar el medio ambiente de trabajo, con el propósito de lograr la mejor armonía entre el hombre y el entorno laboral, posibilitando también condiciones óptimas de confort, eficiencia, eficacia y productividad.

Una de las causas potenciales en el alto índice de accidentes, es debido a las condiciones y actos inseguros, así como la falta de consideración de los elementos primarios en el diseño y fabricación. Este punto de vista se fundamenta en que el producto debe estar diseñado de tal forma que reúna características a prueba de fallas humanas; es la idea de ingenieros y ergónomos.

Otra realidad es que los accidentes y las enfermedades profesionales, ocurren debido a la falta de conocimiento, capacidad, experiencia, desatención, fatiga y provocadores de estrés mental, físico y ambiental.

## **CUESTIONARIO**

1. Definir el significado de "ERGONOMÍA":
2. Mencione los diferentes tipos de ergonomía que existen, haciendo una descripción de cada una de ellas:
3. ¿Qué relación tiene el hombre con el medio de trabajo?
4. ¿Cuál es el campo de aplicación de la ergonomía?
5. Identifique los factores a considerar en la ergonomía de la construcción?
6. ¿Qué disciplinas guardan una relación con la ergonomía?
7. Realice un cuadro sinóptico de las ciencias relacionadas con la ergonomía:
8. ¿Qué importancia tiene la ergonomía con la seguridad e higiene industrial?
9. ¿Cómo se dividen los índices ergonómicos de acuerdo a su nivel de integración?
10. Elabore una síntesis del desarrollo histórico de la ergonomía:

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Osborne, David. Ergonomía en Acción. Editorial Trillas. México 1990
- Bennet, Edward. Factores Humanos en la Tecnología Moderna. Editorial Cecsca. México 1971.
- Chapanis, Alphonse. Ingeniería Hombre-Maquina. Editorial Cecsca. México 1968.
- IMSS. Lectura Selectas de Ergonomía. Editorial IMSS. México 1979.
- Linchenko V. Fundamentos de Ergonomía. Editorial Progreso. Moscú 1970.
- Distribución de Espacios de Oficina. Editorial Limusa. México 1975

## **CAPITULO II. ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DEL CUERPO HUMANO**

### **2.1 ANATOMIA Y FISIOLOGIA DEL CUERPO HUMANO.**

**LA FISIOLOGIA.-** *Es la ciencia que estudia las funciones de los seres vivos; trata de explicar los fenómenos físicos y químicos conducentes y continuidad de la vida. Por ello iniciaremos el estudio de las partes que constituyen el cuerpo humano a partir de la célula hasta el cuerpo como parte de un conjunto de sistemas.*

**LA CELULA:** *El estudio del cuerpo humano iniciado a partir de la célula es importante por que muchas de sus actividades vitales se originan a nivel celular.*

*A la célula se le define como la unidad estructural anatómica, fisiológica y metabólica de los seres vivos. La célula se encuentra constituida por los siguientes elementos:*

**1. Membrana plasmática o celular.-** *es la parte externa de la célula que la limita y que contiene al protoplasma. Su función es la de permitir el paso de la sustancia alimenticia, agua, oxígeno y algunos complementos químicos. Esta actividad celular se considera como un proceso pasivo en el que el paso de sustancias que atraviesan la membrana va ha ser un área de mayor concentración a otra que es de menor concentración. A estos procesos se les conoce con el nombre de :*

- **Difusión** es el paso de sustancias de un área de mayor concentración a otra de menor, y se da hasta lograr el equilibrio.
- **Osmosis** es el paso de moléculas de líquido a través de la membrana semipermeables siguiendo el gradiente de concentración
- **Diálisis:** *Consiste en la separación de moléculas pequeñas y grandes mediante una membrana semipermeable.*
- **Los procesos activos** son aquellos en que la célula aporta para movilizar la sustancia a través de la membrana , como por ejemplo la fagocitosis.

**2. Citoplasma.-** *Es la sustancia que compone el medio interno de la célula, se encuentra conteniendo a los organelos que tienen funciones muy específicas para la función celular.*

**3. Núcleo.-** *Contiene los genes, el ADN y su función es la reproducción celular.*

- **Ribosomas** son el lugar de síntesis de las proteínas.
- **Aparato de Golgi** almacena materiales para secretarlos como los lípidos y las glucoproteínas.
- **Las mitocondrias** son las encargadas de la respiración celular.
- **Lisosomas** se encargan de digerir sustancias extrañas y microbios.

**LAS FUNCIONES DE LA CELULA SON:**

### 1.- FUNCIONES METABOLICAS

- *Respiración*
- *Absorción*
- *Digestión*
- *Síntesis*
- *Excreción*

### 2.- FUNCIONES DE RELACION:

- *Sensibilidad*
- *Motricidad*

### 3.- FUNCIONES DE REPRODUCCION

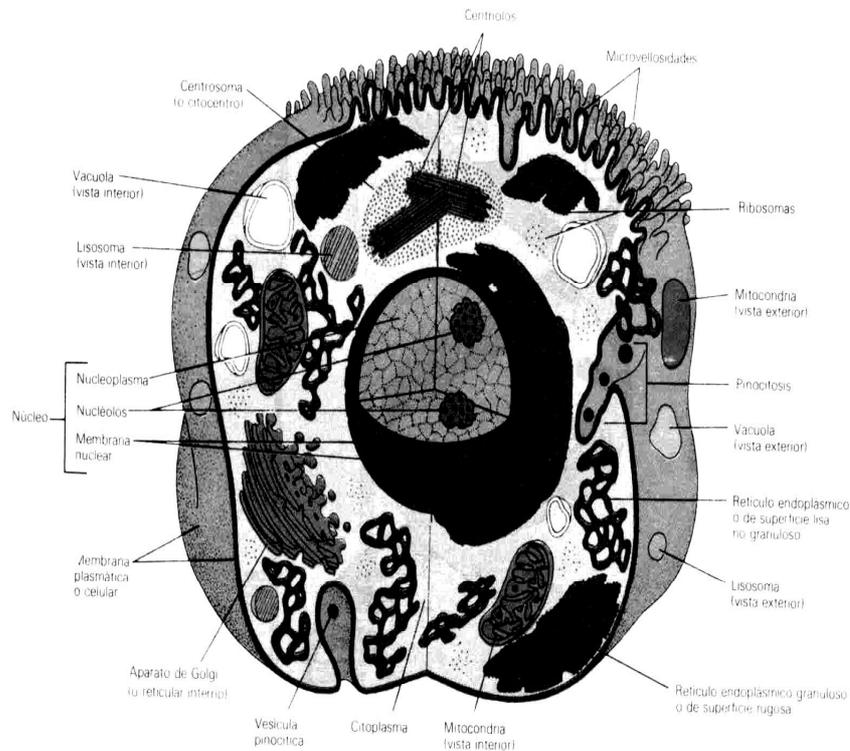


LÁMINA 3-1 Célula animal "general"; dibujo realizado con base en estudios de microscopía electrónica.

## ASPECTOS ENERGETICOS DE LA ACTIVIDAD CELULAR

**La energía de la actividad celular, se da en el balance global, mediante al catabolismo o combustión.**

**CATABOLISMO.- Es el conjunto de reacciones bioquímicas que transforman la materia viva en desecho.**

**ENERGIA MOTRIZ.- Es el paso de los fenómenos bioquímicos en las actividades motrices.**

*ENERGIA QUIMICA.- Se establece mediante la síntesis o anabolismo.*

**ANABOLISMO.-** es el conjunto de fases del metabolismo, que dan por resultado la síntesis de las materias del protoplasma.

**METABOLISMO.-** Son los cambios fisiológicos entre el organismo vivo y el medio exterior. Esta conformado por el anabolismo y el catabolismo.

**DIFERENCIA DE POTENCIAL.-** Se da por el paso de iones de una parte y de otra de la membrana.

**ENERGIA TERMICA.-** Es el rendimiento energético de la célula (metabolismo basal).

**METABOLISMO BASAL.-** Es la producción de calor del cuerpo humano por hora y por minuto. Cuadrado de la superficie del cuerpo en reposo.

**TEJIDOS.-** Son un conjunto de células con caracteres similares que se estructuran para realizar una función determinada. Existen varios tipos de tejidos como el óseo, constituido por células cuyo contenido protoplasmático es rico en sales como fosfatos y carbonatos.

*Tejido muscular, constituido por miofibrillas ricas de miosina.*

*Tejido nervioso constituido por las neuronas cuyo contenido protoplasmático rico es fosfolípidos.*

*Tejido fibroso, constituye los ligamentos y las membranas que cubren los músculos .*

*Tejido adiposo constituido por los adipositos y estos a su vez constituidos por lípidos.*

*Tejido mucoso constituido por células pavimentosas que son productoras del moco.*

*Los tejidos constituyen órganos y estos están constituidos por diferentes tipos de tejidos y los órganos constituyen aparatos como el digestivo, respiratorio, circulatorio y reproductor. Existen los sistemas muscular, el nervioso y la estructura ósea.*

### **2.1.1. EL SISTEMA OSEO ARTICULAR Y MUSCULAR**

**Constituye el sostén del organismo, por lo que se hace necesaria la interrelación con otros sistemas , como el muscular y respiratorio.**

*El tejido óseo está compuesto de productos minerales y materia orgánica; es sometido a una renovación constante y posee un metabolismo activo con una vascularización importante.*

*Los huesos que conforman el esqueleto, tienen varias funciones básicas. En primer término, sostienen los tejidos blandos del cuerpo de modo que conserven su forma y postura erecta; en segundo término, protege estructuras delicadas, encéfalo, médula espinal, pulmones, corazón y vasos sanguíneos importantes de la cavidad torácica; en tercer lugar los huesos constituyen palancas en las que se insertan los músculos. Cuando estos últimos se contraen, los huesos proporcionan la acción de palanca y se produce movimiento, en cuarto término los huesos son áreas de almacenamiento de sales minerales, en especial calcio fósforo y grasa. Finalmente la función de producción de elementos figurados o hematopoyesis que se efectúa en la médula ósea roja.*

*El esqueleto se describe generalmente de la siguiente forma:*

- *Cráneo*
- *Tórax*
- *Pelvis*
- *Miembros superiores e inferiores*
- *Manos*

*El esqueleto humano adulto generalmente está compuesto de 206 huesos agrupados en dos divisiones:*

*El esqueleto axial.- Constituido por los huesos situados cerca del plano medio sagital, son:*

|               |  |                  |
|---------------|--|------------------|
| <b>CABEZA</b> | <i>Cráneo</i>                          | <i>8 huesos</i>  |
|               | <i>Cara</i>                            | <i>14 huesos</i> |
|               | <i>Hipoides (arriba de la laringe)</i> | <i>1 hueso</i>   |
|               | <i>Huesillos del oído(3 c/oído)</i>    | <i>6 huesos</i>  |
|               | <i>Columna vertebral</i>               | <i>26 huesos</i> |
| <b>TORAX</b>  | <i>Esternón</i>                        | <i>1 hueso</i>   |
|               | <i>Costillas</i>                       | <i>24 huesos</i> |
| <b>TOTAL</b>  |  | <b>80 HUESOS</b> |

*El esqueleto apendicular.- Consiste en los huesos de los miembros o extremidades superiores y las cinturas pélvica y torácica o escapular que unen al esqueleto axial con el apendicular.*

*Cinturón de la extremidad Superior ( cintura torácica o escapular )*

|                  |                 |
|------------------|-----------------|
| <i>Clavícula</i> | <i>2 huesos</i> |
|------------------|-----------------|

*Escapula ( omóplatos )*                      *2 huesos*

***Extremidades superiores:***

*Húmero*    *2 huesos*  
*Ulna (cúbito)*                                      *2 huesos*  
*Radio*    *2 huesos*  
*Huesos del carpo*                                *16 huesos*  
*Metacarpianos*                                 *10 huesos*  
*Falanges*                                         *28 huesos*

***Cinturón de la extremidad inferior  
(cintura pelvica)***

*Coxales o iliacos*                                *2 huesos*

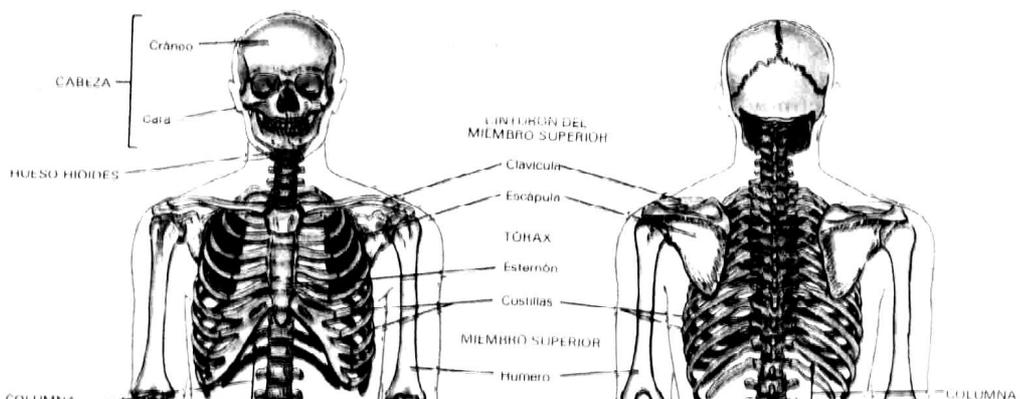
***Extremidades inferiores***

*Fémur*    *2 huesos*  
*Fibula o peroné*                                 *2 huesos*  
*Tibia*    *2 huesos*  
*Patela o rótula*                                 *2 huesos*  
*Tarsianos*                                         *14 huesos*  
*Metatarsianos*                                 *10 huesos*  
*Falanges*                                         *28 huesos*

---

***TOTAL*                      *126 HUESOS***

***Ver siguiente fig.***



## TIPOS DE HUESOS

*Los huesos suelen clasificarse en cuatro tipos:*

- *Huesos largos ( mayor longitud que anchura )*
- *Huesos cortos ( poseen forma cuboide debido a que la longitud es similar a la anchura ) (tejido esponjoso )*
- *Huesos planos ( compuestos en términos generales de una o dos láminas de hueso compuesto )*

- *Huesos irregulares ( poseen formas diversas, varían en la cantidad de tejido esponjoso o compacto) .*

## **ARTICULACIONES**

*Se le asigna el nombre de articulación al sitio de contacto entre huesos, zonas de tejido cartilaginosos o cártilago y hueso.*

*La estructura de la articulación determina su función, por lo que algunas no permiten movimiento y en las demás el movimiento se efectúa en grado variable. En términos genéricos, mientras más íntimo sea el contacto entre huesos, mayor resistencia tendrá la articulación, pero el movimiento estará más restringido.*

*Las articulaciones que presentan gran capacidad de movimiento, son más frágiles y por lo tanto están más propensas a luxación.*

*El movimiento en el ámbito de articulaciones, también depende de la flexibilidad del tejido conectivo y la posición de ligamentos, músculos y tendones.*

*Las articulaciones están constituidas por los siguientes elemento:*

- *Huesos*
- *Tejido fibrosos*
- *Cartílagos*
- *Saco sinovial*
- *Discos, meniscos, ligamentos, etc.*

TIPOS DE ARTICULACIONES DE ACUERDO A SU ESTRUCTURA.

**Las articulaciones se clasifican de acuerdo a su grado de movilidad, siendo:**

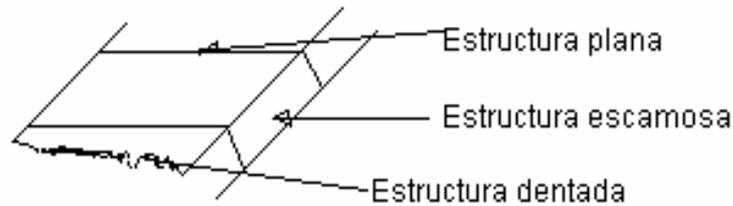
**ARTICULACIONES FIBROSAS.-** *No poseen cavidad articular, los huesos están unidos por tejido fibroso, estas articulaciones no permiten movimiento y se les divide en:*

**SUTURAS:** *Los huesos se mantienen unidos por medio de una delgada capa de tejido conectivo fibroso denso ( articulaciones tipo craneal ).  
Esta clasificación de articulaciones están:*

**DENTADA.-** *Los márgenes óseos presentan la apariencia de dientes de una Sierra, ejemplo : parietales.*

**ESCAMOSA.-** *Las superficies óseas están biseladas en sentidos opuestos y se corresponden, ejemplo: parietal y temporal.*

**PLANA.-** El tejido conectivo fibroso simplemente une superficies de huesos continuos, ejemplo las dos maxilas.



### **ARTICULACIONES CARTILAGINOSAS**

No poseen articular y en estas articulaciones, las superficies óseas están íntimamente unidas por cartílago.

### **ARTICULACIONES SINOVIALES**

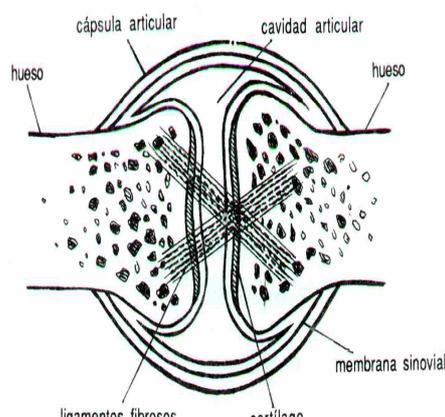
Son aquellas que poseen cavidad articular denominada cavidad sinovial, ésta última, es el espacio existente entre los huesos que participan en la articulación, los cuales presentan gran libertad de movimiento a causa de la existencia de dicho espacio, en el que no está presente tejido alguno, sino líquido.

En este tipo de articulación se observa cartílago articular ( hialino ), que cubre las superficies de los huesos de la articulación, sin ponerlos en contacto íntimo, además estas articulaciones están rodeadas por la cápsula articular que esta compuesta por dos capas. La capa externa es la membrana fibrosa, de tejido conectivo denso ( colágeno ), que está adherido al periostio de los huesos y la capa interna que es la membrana sinovial ( compuesta de tejido conectivo, fibras elásticas y tejido adiposo).

Las articulaciones sinoviales, proporcionan libre movimiento entre los huesos; sus elementos son:

- **Cavidad articular**
- **Cartílago articular**
- **Membrana sinovial**
- **Cápsula articular**

En la cavidad articular, se encuentra el saco sinovial



## CLASIFICACION FUNCIONAL DE LAS ARTICULACIONES

*La clasificación funcional, considera el grado de movilidad que permite una articulación:*

- *Inmóviles ( sinartrosis ) ; Son articulaciones fibrosas, ejemplo: suturas craneales*
- *Semi móviles ( anfiartrosis), corresponde a articulaciones fibrosas y cartilagosas, ejemplo : costillas, vértebras, etc.*
- *Móviles ( diartrosis ), son articulaciones sinoviales de gran movilidad.*

## COLUMNA VERTEBRAL

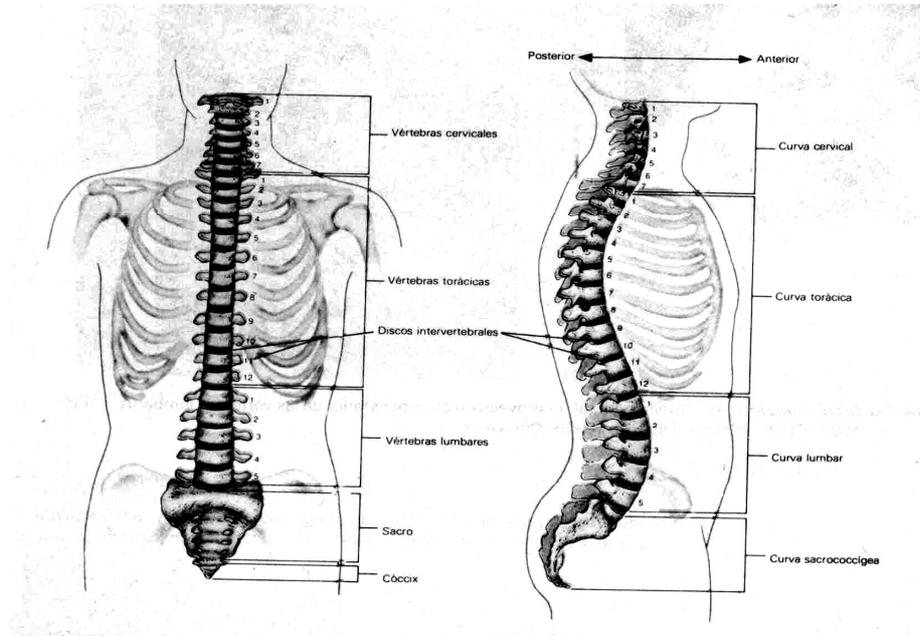
*La longitud de la columna en el adulto es de 60 a 70 cm, tiene capacidad de hacer movimientos en sentidos anterior, posterior y lateral; rodea y protege la médula espinal, sostiene la cabeza y constituye el sitio de inserción de costillas y músculos de la espalda.*

*La columna vertebral, de manera típica en el adulto, esta compuesta de 26 vértebras que se distribuyen de la siguiente forma:*

- *7 vértebras cervicales, se localizan en la región del cuello*
- *12 vértebras torácicas, situadas en la parte posterior de la región del tórax.*
- *5 vértebras lumbares, proporcionan soporte a la parte inferior de la espalda*
- *1 hueso sacro, se forma mediante la fusión de 5 vértebras sacras.*
- *1 hueso cóccix, esta formado por la fusión de 4 vértebras coccígeas.*

*Las vértebras están unidas por discos intervertebrales de cartílago fibroso, que forman articulaciones de gran resistencia y permiten los diversos movimientos de la columna. Normalmente la columna vertebral del adulto tienen cuatro curvas, vistas de perfil las curvas cervical y lumbar presentan convexidad anterior; la dorsal y la sacrococcigea, convexidad posterior.*

*Las curvaturas de la columna así como la de los huesos su importancia radica en dar mayor resistencia a dicha estructura y ayudan a guardar el equilibrio en la posición de pie, absorben impactos al caminar y protegen la columna contra fracturas.*



## **VERTEBRA**

**Las vértebras poseen una estructura básica similar, pero existen diferencias en tamaño y forma.**

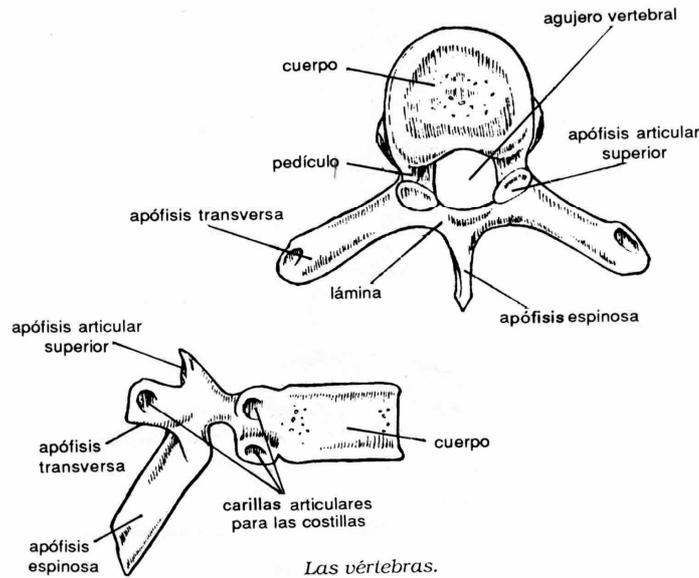
*Las vértebras cervicales son de menor tamaño que las torácicas, pero sus áreas son más grandes; el proceso espinoso de la segunda y sexta vértebra es con hendidura.*

*Las vértebras torácicas tienen mayor tamaño y resistencia que las cervicales, el proceso espinoso es largo, puntiagudo y dirigido en sentido inferior.*

*Las vértebras lumbares son las más grandes y resistentes de la columna, las carillas articulares superiores, están dirigidas en sentido medial y las inferiores en dirección lateral, el proceso espinoso, es casi un cuadrilátero grueso y amplio, se proyecta en sentido casi posterior y esta adaptado para la inserción de los grandes músculos del dorso.*

*El sacro es un hueso de forma piramidal cuadrangular invertida, constituido por la unión de las 5 vértebras sacras, constituye la estructura central del cinturón del miembro inferior.*

*El cóccix posee forma triangular y esta constituido por la fusión de las vértebras coccigeas ( cuatro ), es la parte más rudimentaria de la columna y constituye un vestigio de la cola de los animales inferiores .*



## SISTEMA MUSCULAR

Cuando se habla de tejido muscular, la referencia es a todos los tejidos contractiles del cuerpo, es decir, a los músculos estriados( esquelético ), estriado cardiaco y no estriado ( o liso ). Sin embargo, el termino sistema muscular, se refiere al sistema de músculos esqueléticos e incluye los tejidos conectivos que participan en la conformación de músculos.

Los músculos están compuestos por células muy especializadas que poseen cuatro características:

- **Excitabilidad.-** Es la capacidad de recibir estímulos ( cambios externos o internos de intensidad suficiente para originar un impulso nervioso).
- **Extensibilidad.-** Es la disposición en pares de acción opuesta; es decir que mientras uno se contrae el otro se extiende.
- **Elasticidad.-** Capacidad de regresar a su estado original, después de experimentar contracción o extensión.
- **Contractibilidad.-** Capacidad de acortarse y engrosarse cuando se recibe un estímulo de intensidad adecuada.

*Los músculos son la base de la locomoción y del movimiento de diversas partes del cuerpo en relación con otras.*

*La contractibilidad se encuentra altamente desarrollada en el tejido muscular y las células que lo componen, se disponen en unidades largas denominadas fibras musculares.*

## TIPOS DE MUSCULO

*En el cuerpo humano existen tres tipos de músculo: músculo de fibras estiradas, voluntario y esquelético.*

*Presenta bandas transversales microscópicas y regulares a lo largo de las fibras musculares; está unido a los huesos con los tendones.*

*Músculo.- es la unión de varios fascículos musculares de primer orden, acompañados del aparato tendinoso correspondiente.*

*La importancia del músculo esquelético se da en relación a sus funciones:*

- *Del 30 al 40 % forma parte del peso del cuerpo.*
- *Es la fuente esencial del calor desprendido por el organismo*
- *Es necesario para la supervivencia ( respiración )*
- *Asegura la vida de relación (gesto, palabras)*

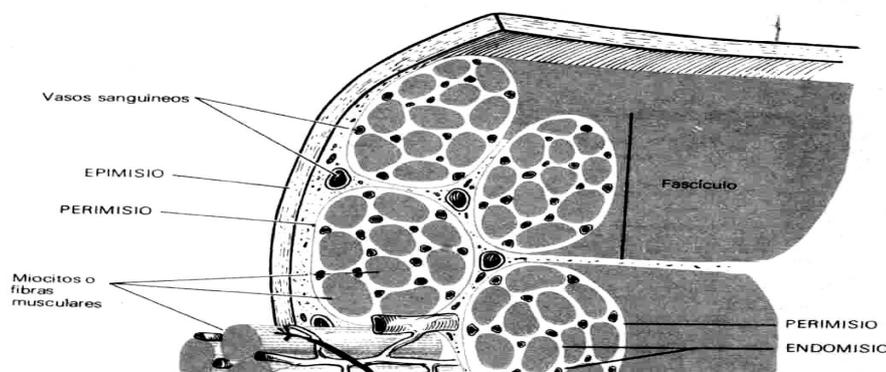
*El tejido muscular está compuesto por:*

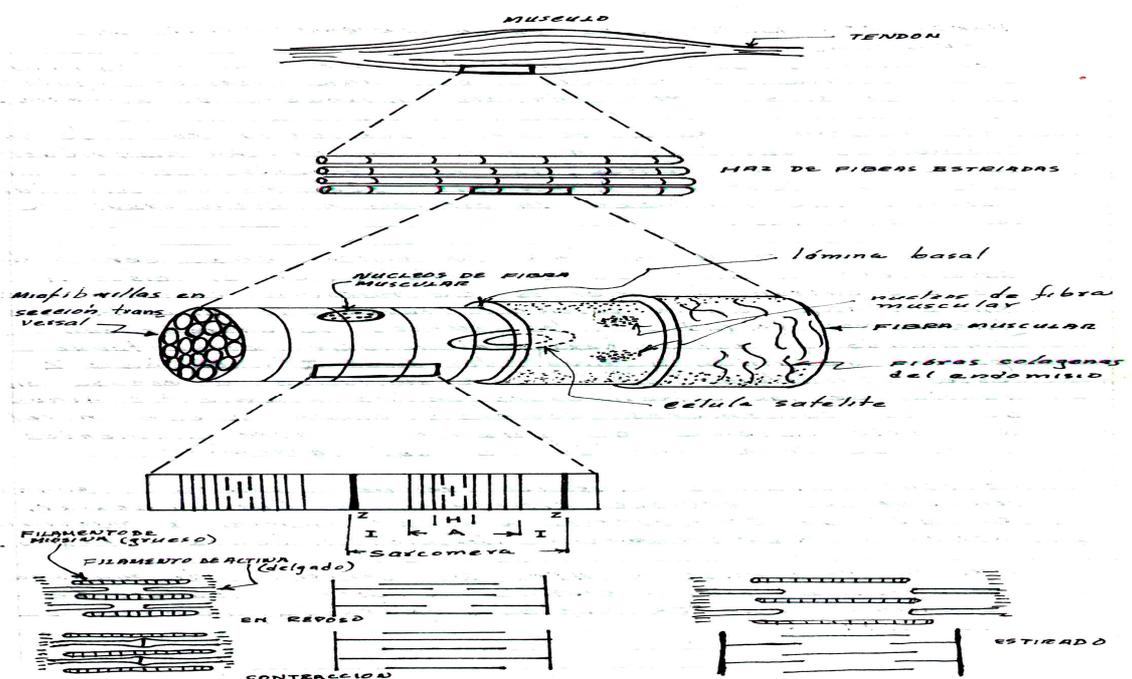
- *Fibras musculares y estriadas, que son los elementos dinámicos, largas células multinucleadas. Cada una tiene la propiedad de acortarse bajo la influencia de un estímulo de origen voluntario o reflejo.*
- *Células satélites. Están situadas junto a las fibras musculares, pero independientes de estas, intervienen en la regeneración del tejido muscular y de tejido conjuntivo, cuya función principal es la de unir fibras y transmitir los movimientos de contracción, vasos y formaciones nerviosas responsables de la inervación motora e inervación sensitiva.*

## ARQUITECTURA DEL MUSCULO

*El músculo está formado por haces de fibras estriadas que a su vez están compuestas de miofibrillas.*

*Ver la figura siguiente.*





## FENOMENOS BIOQUIMICOS EN LA CONTRACCION MUSCULAR

**MIOFIBRILLAS.-** Son cilindros paralelos situados en sentido longitudinal de la célula, constituidos por una sucesión regular de pequeños cilindros idénticos llamados sarcómeros.

*Cada sarcómero está formado por un fascículo de miofilamentos paralelos a su eje mayor. La distribución de los dos contingentes de miofilamentos ( actina y miocina ), determina dentro del sarcómero regiones de estructura distinta, que producen la estriación transversal de las miofibrillas.*

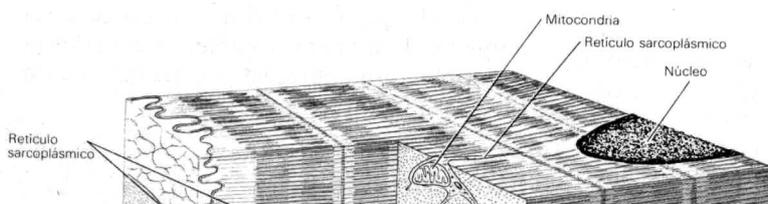
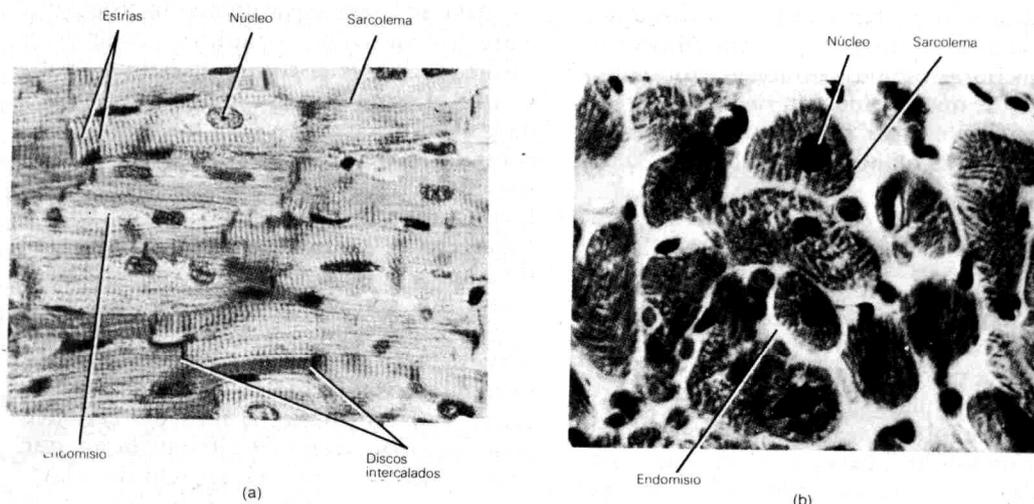
*Los filamentos de miocina se colocan en el centro del sarcomero al nivel de la banda A, en el disco H se encuentran filamentos de miocina exclusivamente. Sin embargo en la porción lateral del disco A los filamentos delgados y gruesos se entrecruzan siguiendo un patrón hexagonal regular, presentando puntos de unión a nivel del disco I. El disco Z está constituido por interdigitación a escasa distancia de las extremidades de los filamentos finos de dos sarcómeros vecinos, existe a ese nivel un doble sistema de puentes entre filamentos finos de cada uno de los dos sarcómeros.*

**CONTRACCION.-** *El músculo requiere energía, cuando un impulso nervioso estimula la fibra muscular, el ATP se transforma en presencia de miocina activada ADP y libera energía.*

**MUSCULO EN REPOSOS.-** *El ATP se combina de manera anaeróbica con la creatina y forma fosfato de creatina que se degrada para la liberación de ATP.*

**MUSCULO CARDIACO.-** El componente principal de las paredes cardiacas es el músculo cardiaco, que presenta estrías similares a las del músculo esquelético, pero es involuntario. Los miositos cardiacos o células o fibras del músculo cardiaco son de forma vagamente cuadrangular t poseen uno o dos núcleos.

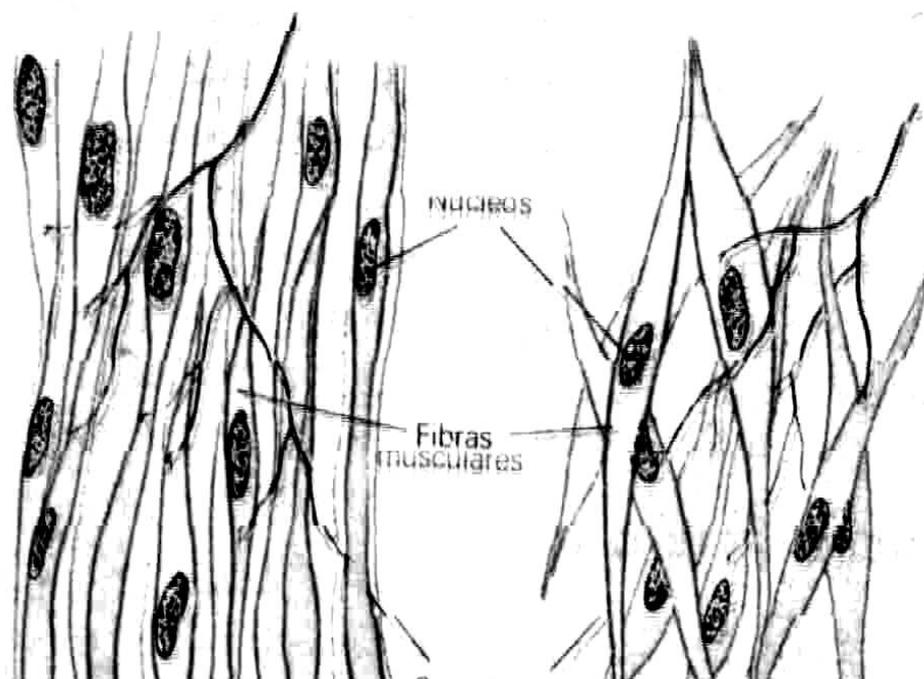
*Las fibras están limitadas de manera individual por un sarcolema y las miofibrillas dan origen a las estriaciones características; las células es este músculo poseen actina, miocina y retículo sarcoplásmico igual que el del músculo esquelético.*



**MUSCULO LISO.-** Este músculo es involuntario cada fibra es fusiforme y contiene un núcleo ovalado, localizado en el centro, estas fibras musculares poseen también filamentos de actina y miocina, pero no tienen el ordenamiento riguroso que originan las estrías del cardíaco y el esquelético.

Se identifican dos tipos de funciones:

- **El músculo liso visceral.-** Es el más abundante y esta presente en forma de vainas envolventes en las paredes de las vísceras huecas (la estimulación de una fibra ocasiona la contracción de muchas adyacentes).
- **Músculo liso multiunitario.-** Este músculo está compuesto por fibras individuales cada una de las cuales presentan sus propias terminaciones nerviosas motoras en estas fibras solo se contrae la fibra estimulada.



### **2.1.2 SISTEMA NERIOSO**

Esta constituido por las prolongaciones nerviosas que conectan el encéfalo y la médula espinal con receptores, músculos y glándulas. Se subdividen en sistema aferente y sistema eferente.

*SISTEMA AFERENTE.- Consiste de células nerviosas que transmiten información desde los receptores periféricos hasta el sistema nervioso central.*

*SISTEMA EFERENTE.- Comprende a las neuronas motoras o eferentes, que transportan la información en forma de impulsos desde el sistema nervioso central hasta los músculos y glándulas. El sistema eferente se subdivide en : Somático y Autónomo.*

#### **SISTEMA NERVIOSO SOMATICO (S.N.S.) O DE LA VIDA DE RELACION**

*Se compone por neuronas eferentes que conducen impulsos desde el sistema nervioso central hasta los músculos esqueléticos. Dado que produce el movimiento corporal por medio de los músculos esqueléticos, esta bajo control de la conciencia y por lo tanto es voluntario.*

#### **SISTEMA NERVIOSO AUTONOMO ( S.N.A. ) O VEGETATIVO O VISCERAL**

*Esta constituido de neuronas aferentes que transmites impulsos desde el sistema nervioso central hasta los músculos liso, cardiaco y glándulas.*

*Este sistema solo produce respuesta en músculos y glándulas involuntarias, por lo que también se le considera involuntario.*

#### **SISTEMA NERVIOSO SIMPATICO**

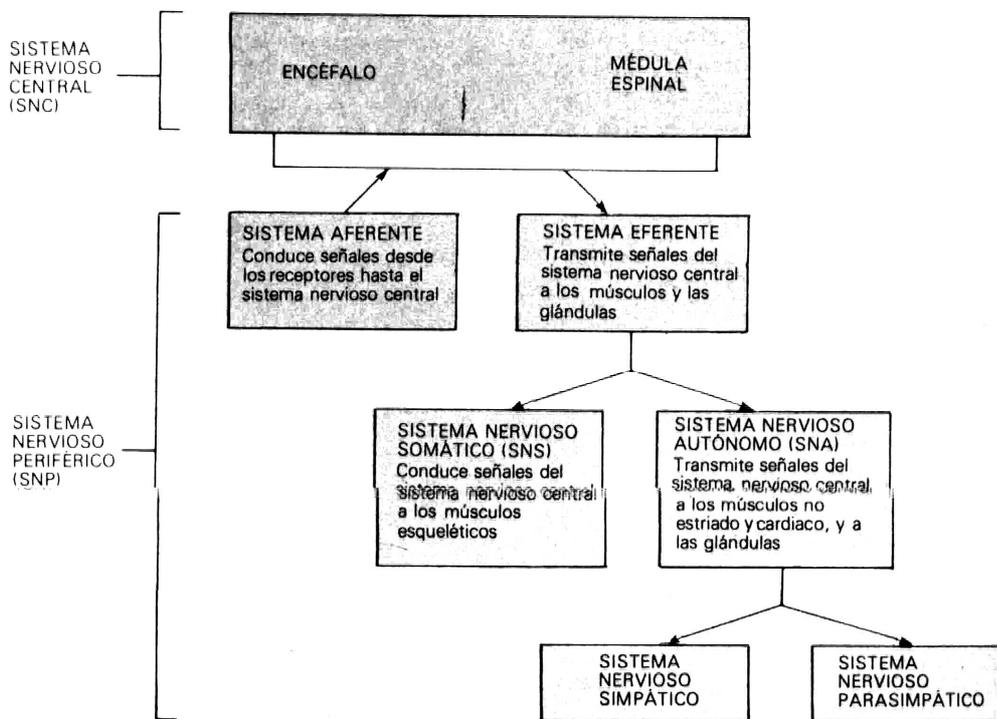
*Son cuerpos celulares preganglionares que se localizan en el cuerpo lateral de la médula espinal, en todos los segmentos torácicos y en los dos primeros lumbares.*

## SISTEMA NERVIOSO PARASIMPATICO

*Esta representado por los cuerpos celulares preganglionares de la porción parasimpatica, que se localizan en los núcleos del tronco encefálico y en el cuerpo lateral de los segmentos sacrosegundo y cuarto de la médula espinal.*

*La organización del S.N es compleja pero solo dos tipos principales de células lo componen, estos son:*

- *Neuronas o Neurocitos*
- *Neuroglia o células neuroglicas*



**FIGURA 12-1** Organización del sistema nervioso.

### SISTEMA NERVIOSOCENTRAL (S.N.C.)

*Es el centro de regulación de ambas partes del sistema nervioso y consiste de medula espinal y encéfalo*

*Todas las sensaciones que requieren interpretación y respuesta llegan desde los receptores al S.N.C. y por este último pasan todos los impulsos nerviosos que desencadenan la contracción muscular y las secreciones glandulares.*

### SIETEMA NERVIOSO Y SENSORIAL

## **SISTEMAS DE CONTROL**

En los seres humanos, el control del funcionamiento corporal se lleva a cabo mediante el sistema nervioso en unión con el sistema endócrino.

### **SISTEMA NERVIOSO ( S.N. )**

*Es el centro de regulación y la red de comunicación del cuerpo.*

*En los seres humanos lleva a cabo dos funciones generales; la primera de ellas es estimular los músculos para permitir el movimiento y la segunda es la de regular el funcionamiento corporal en unión con el sistema nervioso.*

*La vida humana no puede concebirse sin el sistema nervioso, ya que los músculos estriados y los lisos se contraen solo cuando reciben un impulso nervioso, los músculos intercostales y el diafragma participan en la respiración, si las glándulas digestivas no se estimulan, la digestión no se realiza.*

*Por lo anterior, es obvio que las células no recibirán el nutrimento necesario y los demás sistemas no funcionarán.*

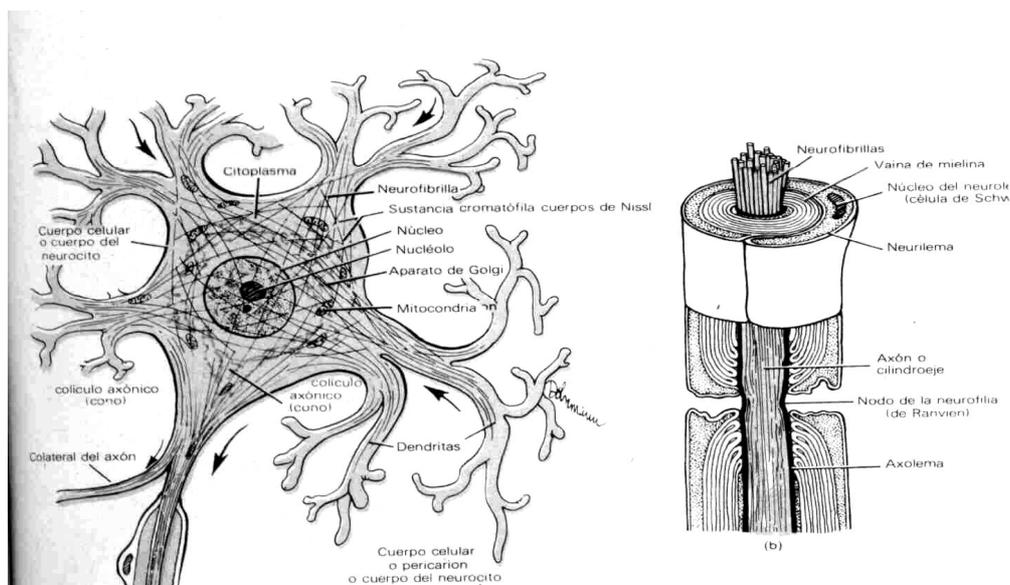
*El sistema nervioso suele dividirse en dos partes principales:*

- *Sistema Nervioso Central.*
- *Sistema Nervioso Periférico.*

**NEURONAS:** *Son células especializadas en la conducción de impulsos y por medio de ellas se llevan a cabo las funciones que se atribuyen al sistema nervioso ( pensamiento y regulación de la actividad muscular y glandular ).*

*Las neuronas se clasifican en :*

- *Multipolares.- Contiene varias dendritas y un solo axon ( la mayoría se localizan en el encéfalo y medula espinal ).*
- *Bipolares .- Una dendrina y un axon ( se localizan en la retina, oído interno, y área olfatoria ).*
- *Unipolares .- Es una prolongación que se divide en dos ramas para cumplir la función del axon y la dendrina ( se encuentra en S.N.C. y S.N.P.).*



## NEUROGLIAS

Constituyen un componente especial de protección y sostén del sistema nervioso. Casi el 90% de células del encéfalo, son neuroglicas. La mayor parte de estas células forman una red de sostén que rodea a las neuronas encéfalo y medula espinal, otras unen al tejido nervioso con las estructuras corporales de sostén y vinculan las neuronas con los capilares sanguíneos.

## SISTEMA ENDOCRINO

*Origina cambios en el funcionamiento corporal, mediante la liberación de mensajeros químicos llamados hormonas, que viajan por la corriente sanguínea.*

*El ser humano posee dos tipos de glándulas :*

- *Exocrinas .- Liberan sus secreciones en conductos que las transportan hacia cavidades o hacia la superficie corporal, en este grupo se incluyen:*
  - *Glándulas sudoríparas.*

- *Glándulas sebáceas.*
- *Glándulas mucosas y digestivas.*
- *Endocrinas .- Liberan sus secreciones en el espacio extracelular que rodea a las células secretoras, en estas se incluyen:*
  - *Hipofisis*
  - *Tiroides*
  - *Paratiroides y Suprarrenales*
  - *Páncreas*
  - *Ovarios y Testículos*
  - *Cuerpo pineal y el timo*

*La hipofisis.- Consta de dos partes diferenciadas la neurohipofisis que libera dos hormonas; la antidiurética y la ocitocina, estas hormonas son almacenadas en la neurohipofisis, hasta recibir un estímulo para su reacción; la ocitocina contrae el útero y controla la eyeción de leche en la glándula mamaria.*

*La adeno hipofisis, segrega un número elevado de hormonas; las principales son la somatotrofina conocida como la hormona del crecimiento que conduce a un aumento en la síntesis de proteínas y un grupo de hormonas que no actúen directamente sino a través de otras.*

*Dentro de este grupo están:*

- *La tirotrófica*
- *La adrenocorticotrófica*
- *Folículo estimulante y laternizante*

*Este grupo regula la cantidad de hormonas segregada por la tiroides, la glándula corticoadrenal y las gónadas respectivamente.*

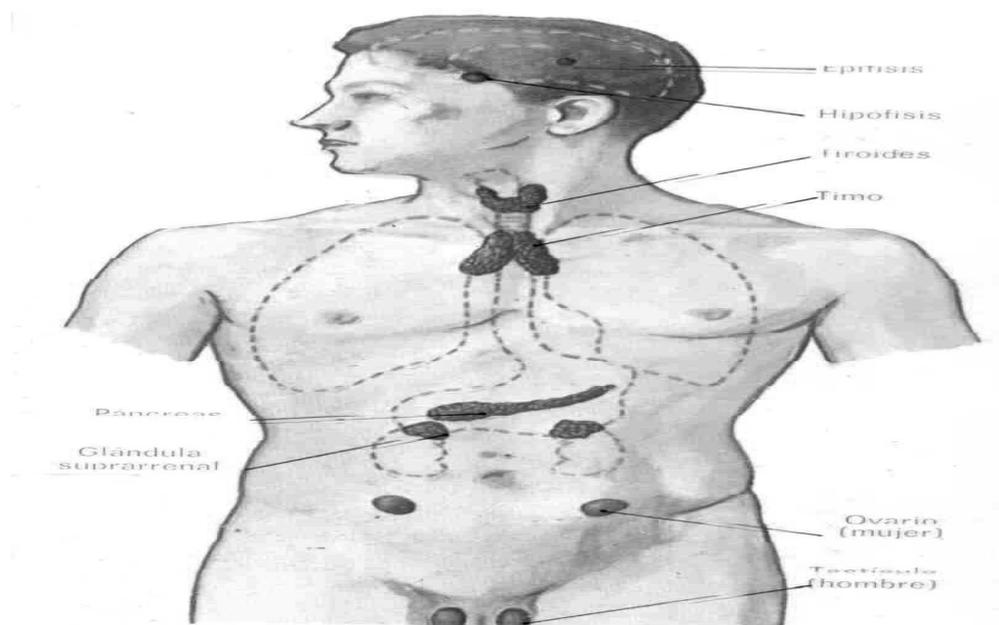
*Tiroides.- Produce varias hormonas, la más importante es la tiroxina; que estimula el desarrollo y el crecimiento del niño y mantiene el nivel de actividad normal de los tejidos del adulto.*

*Paratiroides.- Esta glándula segrega la hormona parathormona, la que regula el metabolismo del calcio y fósforo, ambos elementos son importantes en la formación del esqueleto, trastornos en esta hormona, provoca alteraciones en huesos y dientes tetania ( aumento en la exertabilidad de los músculos junto a contracciones involuntarias ).*

*Páncreas.- Es una glándula mixta; consta de una parte exocrina que libera fermentos digestivos en el intestino y una parte endocrina que segrega dos hormonas: Insulina y Glucagon, importantes en la regulación del metabolismo de los glucidos; la hiposecreción de la insulina produce la diabetes*

**Suprarrenales.- Están situados en la parte superior del riñón; las forman dos tipos de tejidos diferentes que producen dos clases de hormonas:**

- **La parte interna de la glándula segrega adrenalina noradrenalina en respuesta de estímulos procedentes del sistema nervioso simpático, estas sustancias ejercen efectos en la actividad cardiaca, presión arterial y metabolismo de glucidos.**
- **La parte externa segrega hormonas fundamentales para la vida, como son los mineralocorticoides, glicorticoides y androgenos que respectivamente regulan el equilibrio de los electrolitos (  $Na^+$  ,  $CL^-$  ,  $K^+$  ), el metabolismo de los glucidos y producen un efecto virilizante.**



### 2.1.3 ME

**Una persona en completo reposo disipa energía ( en un régimen permanente ).**

**La persona que tiene el estomago vacío disipa energía, a esta se le llama metabolismo basal. Para un hombre que pesa 70 Kg.; el metabolismo basal debería ser alrededor de 1700 kcal/24 hrs. Para una mujer que pesa 50 Kg.; El metabolismo basal debería ser alrededor de 1400 kcal. El metabolismo basal depende del sexo y la superficie del cuerpo.**

**La fig. (A) muestra un diagrama que permite determinar la superficie corporal en función de la estatura y peso, la fig. (B) muestra los valores normales de metabolismo basal en el hombre y la mujer.**

## CALORIAS DEL TRABAJO

*En cuanto hay trabajo físico, hay un aumento del consumo de energía.*

*Este aumento en la energía disipada es con relación a la actividad física. El aumento de la energía consumida, para una actividad de trabajo es llamada “ calorías de trabajo “ (work calories). ¿Como se puede medirlas?. La energía disipada menos el metabolismo basal es igual a las calorías de trabajo. Lehmann en Alemania ha llamado estas calorías como “ Calorías ocupacionales del trabajo “. Estas indican el nivel de tensión física (Godily Stress ).*

*Uno puede utilizar estas calorías del trabajo para determinar la duración de los periodos de reposo necesarios para una actividad pesada; también se pueden utilizar para comparar dos métodos de trabajo o dos herramientas manuales diferentes. Aquí se deben subrayar que las calorías del trabajo indican solamente el consumo de energía física, ellas no muestran o no indican nada sobre los esfuerzos mentales, la tensión mental, de la supervisión del trabajo, de la concentración necesaria, etc.*

### EVALUACION DEL CONSUMO ENERGETICO PARA LAS DIFERENTES POSTURAS.

| POSTURA          | CONSUMO EN CALORIAS |          |
|------------------|---------------------|----------|
|                  | Por minuto          | Por hora |
| Sentado          | 0.3                 | 18       |
| De rodillas      | 0.5                 | 30       |
| Agachado         | 0.5                 | 30       |
| Parado           | 0.6                 | 36       |
| Parado encorvado | 0.8                 | 50       |

### EVALUACION DEL CONSUMO ENERGETICO SEGÚN LOS MUSCULOS UTILIZADOS, Y LA MAGNITUD DE ESTA DEMANDA

| LOCALIZACION DE LOS MUSCULOS ACTIVOS | INTENSIDAD DEL ESFUERZO | GASTO EN Kcal POR MINUTO | GASTO EN Kcal POR HORA |
|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| Mano                                 | Débil                   | 0.3 a 0.6                | 20 a 35                |
|                                      | Medio                   | 0.6 a 0.9                | 35 a 55                |
|                                      | Pesado                  | 0.9 a 1.2                | 55 a 70                |
| Un brazo                             | Débil                   | 0.7 a 1.2                | 40 a 70                |
|                                      | Medio                   | 1.2 a 1.7                | 70 a 100               |
|                                      | Pesado                  | 1.7 a 2.2                | 100 a 130              |

|                            |                   |                   |                  |
|----------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| <b>Dos brazos</b>          | <b>Débil</b>      | <b>1.5 a 2</b>    | <b>20 a 35</b>   |
|                            | <b>Medio</b>      | <b>2 a 2.5</b>    | <b>35 a 55</b>   |
|                            | <b>Pesado</b>     | <b>0.9 a 1.2</b>  | <b>55 a 70</b>   |
| <b>Conjunto del cuerpo</b> | <b>Débil</b>      | <b>2.5 a 4</b>    | <b>150 a 240</b> |
|                            | <b>Medio</b>      | <b>4 a 6</b>      | <b>240 a 350</b> |
|                            | <b>Pesado</b>     | <b>6 a 8.5</b>    | <b>350 a 500</b> |
|                            | <b>Muy pesado</b> | <b>8.5 a 11.5</b> | <b>500 a 650</b> |

#### 2.1.4 ENERGIA

**El consumo de energía se mide por kilocaloria, Kcal ( 1 Kcal es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura del agua, en un grado centígrado ). También el consumo de energía se puede medir indirectamente por la cantidad de oxígeno consumido ( 1 lt de oxígeno de 5 Kcal de energía ).**

#### *MEDICION DEL CONSUMO DE ENERGIA.*

*Se puede determinar el consumo de energía si se mide la cantidad de oxígeno consumido, para esto se utiliza una “ triple J value “ ( Válvula triple J ) que se instala en la boca del sujeto, después se dirige el aire exhalado a un expirometro: Una parte de este aire es entonces guardado en un deposito y analizado para determinar el contenido de oxígeno.*

*Consumo de energía.- ( contenido de oxígeno en el aire inhalado ) - ( contenido de oxígeno en el aire exhalado ) x ( cantidad de aire inspirado por minuto ).*

#### CALORIAS DE TIEMPO LIBRE

*Nuestra actividad cotidiana también disipa energía llamada calorías de tiempo libre. El promedio razonable es de 600 Kcal / 24 hrs para un hombre, y para una mujer es de 500 - 550 Kcal / 24 hrs. Por consecuencia, el consumo total de energía puede dividirse como sigue:*

- a) *Metabolismo basal.*
- b) *Calorías de tiempo libre.*
- c) *Calorías de trabajo.*

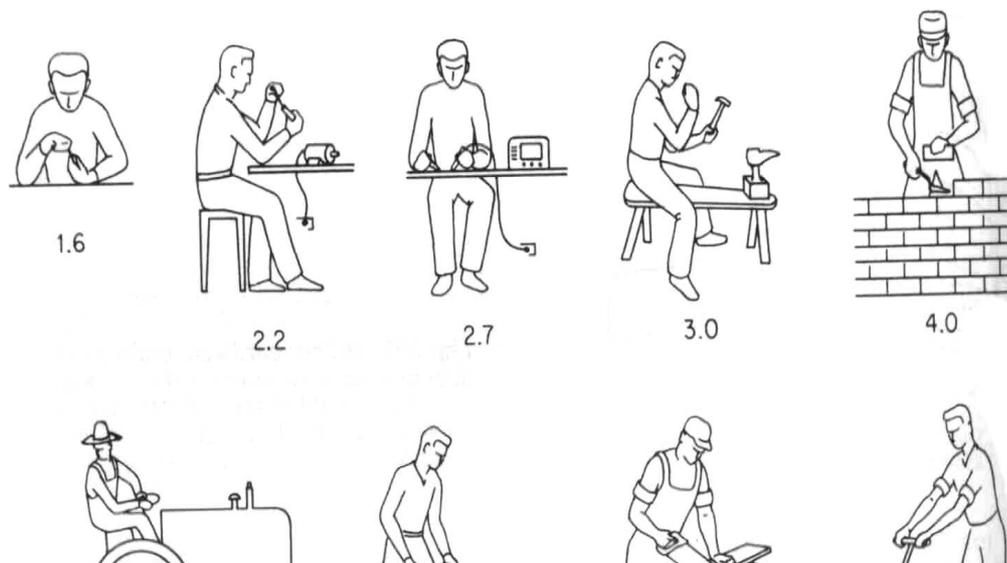
*El cuadro. Según Frederick y presentado por Davies, es un sumario de los diferentes tipos de energía disipada por el hombre en relación con las calorías de trabajo.*

Consumo según la importancia de la carga desplazada, levantada o subida.

| CARGA (Kg) | K llevar | K elevar | K bajar | K subir | K descender |
|------------|----------|----------|---------|---------|-------------|
| 0          | 0.047    | 0.32     | 0.08    | 0.73    | 0.20        |
| 2          | 0.049    | 0.35     | 0.09    | 0.74    | 0.21        |
| 5          | 0.051    | 0.38     | 0.11    | 0.75    | 0.22        |
| 7          | 0.052    | 0.41     | 0.14    | 0.77    | 0.24        |
| 10         | 0.054    | 0.49     | 0.18    | 0.80    | 0.27        |
| 12         | 0.056    | 0.53     | 0.21    | 0.83    | 0.30        |
| 15         | 0.059    | 0.60     | 0.26    | 0.86    | 0.33        |
| 18         | 0.062    | 0.66     | 0.32    | 0.90    | 0.37        |
| 20         | 0.065    | 0.75     | 0.36    | 0.93    | 0.40        |
| 22         | 0.068    | 0.83     | 0.40    | 0.96    | 0.42        |
| 25         | 0.072    | 0.94     | 0.46    | 1       | 0.46        |
| 27         | 0.076    | 1.04     | 0.52    | 1.02    | 0.48        |
| 30         | 0.080    | 1.19     | 0.59    | 1.07    | 0.52        |
| 32         | 0.083    | 1.32     | 0.67    | 1.11    | 0.55        |
| 35         | 0.090    | 1.52     | 0.75    | 1.15    | 0.59        |
| 37         | 0.094    | 1.68     | 0.82    | 1.18    | 0.62        |
| 40         | 0.1      | 1.9      | 0.94    | 1.24    | 0.67        |
| 45         | 0.111    | 2.37     | 1.2     | 1.33    | 0.76        |
| 50         | 0.122    | 2.97     | 1.55    | 1.42    | 0.86        |

## EL CONSUMO DE ENERGIA EN LAS ACTIVIDADES INDIVIDUALES

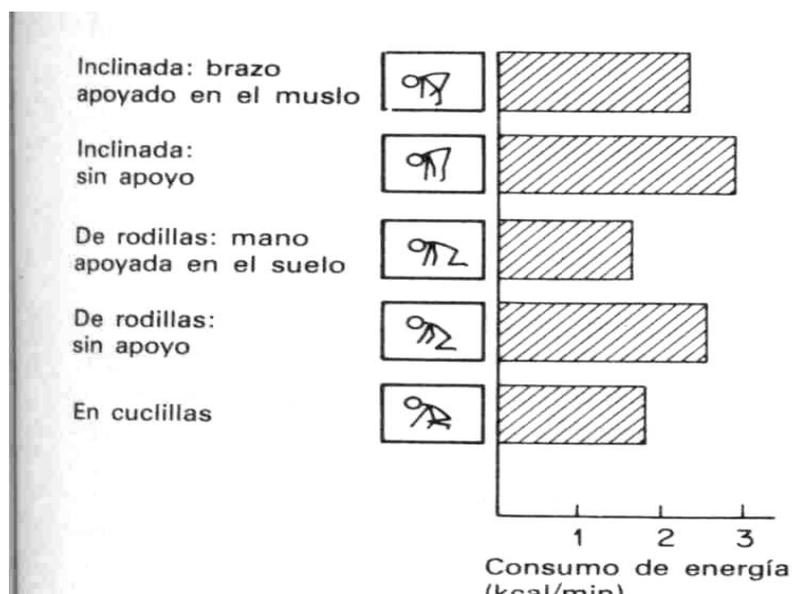
Los fisiólogos del trabajo han realizado estudios detallados que implican diversas actividades físicas, ya sea en el trabajo o en la casa. La figura ( D ) muestra los valores promedio obtenidos.



La figura ( E ), es la tabla que se utiliza para evaluar el consumo de energía.

## EL CONSUMO DE ENERGIA AFECTADO POR LA POSTURA

La figura ( F ) muestra el aumento en el consumo de energía con relación a diferentes posturas 100% es igual al consumo de la energía en reposo. Este aumento en el porcentaje es igual para las mujeres y para los hombres.



## EL CONSUMO DE ENERGIA Y LA SALUD

*Grandjean observa que la mayor parte de los obreros y los trabajadores en los países trabajan sentados. Si uno agrega este tiempo de trabajo al tiempo pasado delante de la televisión, uno puede llamar al hombre del siglo XX como un animal sedentario. Esta vida sedentaria es peligrosa, pues ella acarrea la obesidad, aumento en el riesgo de ataques cardiacos, problemas en el metabolismo, diabetes, etc. numerosas investigaciones han mostrado que para tener una buena salud, el consumo de energía debe ser como sigue:*

- 3000 - 3500 Kcal / día para un hombre
- 2500 - 3000 Kcal / día para una mujer

### LIMITES Y NORMAS DEL CONSUMO DE ENERGIA

*Como se muestra en la figura ( G ), el trabajo puede ser dividido en cuatro categorías como sigue:*

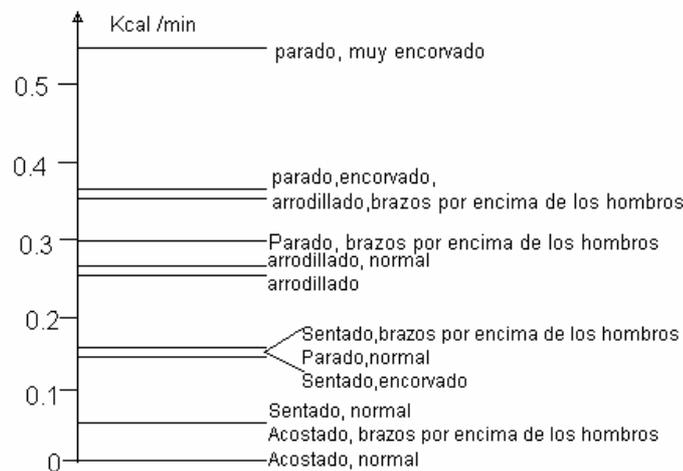
| TIPOS DE TRABAJO | CALORIAS DE TRABAJO<br>8 hrs por día, Kcal |
|------------------|--|
| a) Ligero        | < 1000                                     |
| b) Mediano       | 1000 - 1600                                |
| c) Pesado        | 1600 - 2000                                |
| d) Duro          | > 2000                                     |

En lo que concierne a las mujeres, Grandjean recomienda que estos valores se reduzcan en un 30% para estimar su trabajo Durnin y Passmore, sugieren que estos valores se reduzcan en un 25 %. Se debe observar que en los dos casos, la categoría de duro debe ser excluida para las mujeres, también se puede constatar que el consumo de energía total menos las calorías ocupacionales es igual al consumo de energía por el metabolismo basal y las calorías de tiempo libre.

El consumo de energía se estima como sigue:

- Hombres 2300 - 2400 Kcal / 24 hrs.
- Mujeres 1900 - 2100 Kcal / 24 hrs.

#### EL LIMITE SUPERIOR DEL CONSUMO DE ENERGIA



Fuente HG. Schmidt. "Les postures de travail defavorables"

#### Grafico XV bis. AUMENTO DEL METABOLISMO ENERGETICO EN DIVERSAS POSTURAS

Cuando el trabajo implica esfuerzos físicos rigurosos, las calorías de trabajo deberían sumarse a los valores anteriores ( de 2300 - 2400 Kcal / día ) para estimar el limite superior del consumo de energía. De esta forma un trabajo manual rigurosos puede dar un consumo de energía total de 500Kcal / día.

Se debe observar que esta cifra de 5000Kcal / día no representa el limite superior de la capacidad humana. El consumo de energía total en los esfuerzos temporales, como los esquiadores de fondo de largas distancias.

#### 2.1.5 MOVIMIENTOS

Son muchos los factores que limitan los movimientos del cuerpo, uno de ellos es la aposición de los tejidos blandos, por ejemplo durante la flexión del codo se presiona la cara anterior del antebrazo contra su correspondiente del brazo. Otra limitante es la tensión de los ligamentos. Los componentes de una cápsula fibrosa están a tensión solo cuando los huesos que participan en la articulación se encuentran en posiciones dadas; la tensión de los ligamentos no solo restringe el movimiento, sino que también lo dirige. Por ejemplo en la articulación de la rodilla, los ligamentos principales están relajados cuando se flexiona el miembro inferior, y tensos cuando se les extiende, además, en este último caso las caras articulares de los huesos presentan el más íntimo contacto. Otro factor que limita el movimiento de las articulaciones sinoviales es la tensión de los músculos, que se complementa de los ligamentos, en la articulación coxal; cuando se eleva la pierna extendida, la tensión de los músculos posteriores del muslo restringe dicho movimiento y si se flexiona la rodilla, la tensión disminuye y es posible elevar más el muslo.

*DESPLAZAMIENTO:* Es el movimiento más simple que se puede efectuar en la articulación, se efectúa cuando una superficie resbala sobre otra, sin movimientos en ángulo o rotatorios.

Se observa en las articulaciones intercarpianas e intertarsianas, y en las existentes entre las cabezas y tuberías costales y los cuerpos y procesos transversos de las vértebras.

## MOVIMIENTOS ANGULARES

Estos aumentan o disminuyen el ángulo existente entre los huesos, e incluyen flexión, extensión, abducción y aducción. Por lo general la flexión lleva a la disminución en el ángulo existentes entre las caras anteriores de los huesos que participan en la articulación; excepto las flexiones de la rodilla y los dedos del pie; de articulaciones en las que se observa una disminución en el ángulo que forman las caras posteriores de los huesos durante la flexión, se menciona: inclinar la cabeza hacia adelante, movimiento que se efectúa en la articulación entre el occipital y el atlas, y las flexiones de la articulación cubital (codo) y rodilla: se le llama dorsiflexión a este movimiento, cuando lo ejecuta el pie a nivel de la articulación del tobillo.

En seguida se describe cada movimiento:

Generalmente los movimientos que se usan en el desarrollo del trabajo son:

| TIPO         | DESCRIPCIÓN  |
|--------------|--|
| Abducción    | Desplazamiento a partir de la línea media del cuerpo   |
| Aducción     | Movimiento dirigido hacia la línea media del cuerpo  |
| Giro         | Movimiento circular continuo de un miembro   |
| Dextrorsun   | Movimiento en el sentido de las agujas del reloj   |
| Sinistrorsun | Movimiento contrario a las agujas del reloj  |
| Encogerse    | Descenso a partir de la posición normal  |
| Elevación    | Elevación a partir de la posición normal   |
| Flexión      | <b>Doblez (disminución del ángulo existente entre las caras anteriores de los huesos de la articulación)</b> |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <i>Extensión</i>        | <i>Estiramiento de un miembro o de una parte encogida del cuerpo</i> |
| <i>Rotación externa</i> | <i>Rotación alrededor del eje, hacia el exterior</i>                 |
| <i>Rotación interna</i> | <i>Rotación alrededor del eje, hacia el interior</i>                 |
| <i>Inspiración</i>      | <i>Inhalación de aire en los pulmones</i>                            |
| <i>Pronación</i>        | <i>Rotación o actitud tendida de cara hacia abajo</i>                |
| <i>Supinación</i>       | <i>Rotación o actitud tendida de cara hacia arriba</i>               |

## MOVIMIENTOS

|   |  |
|---|--|
| <i>Velocidad y precisión.</i><br><i>Es exigencia fundamental en la realización de movimientos, apretar el pedal del freno de un coche o ensamblar.</i><br><i>Precisión.- En verificación de piezas.</i>               | <i>Capacidad de respuesta.</i><br><i>Es el tiempo total empleado para dar una respuesta que corresponda a un estímulo.</i>   |
| <i>Tiempos de reacción simple y selectivo.</i><br><i>Es el tiempo que se tarda en dar una respuesta cuando solo existe un estímulo, el selectivo esta en función del número de opciones posibles.</i>                 | <i>De expectación.</i><br><i>El aumento del tiempo de respuesta frente a estímulos inesperados.</i>  |
| <i>Tiempo y distancia de los movimientos.</i><br><i>Al realizar movimientos de posición, el tiempo de reacción es casi un valor constante, sin relacionar con la distancia del movimiento es proporcional a ella.</i> |  |
| <i>Tiempos de movimiento.</i><br><i>El tiempo necesario para efectuar un movimiento que se corresponda como una señal variada requiere tipo y distancia del movimiento</i>  | <i>Tiempos predeterminados.</i><br><i>Desarrollar tiempos estándar en operaciones laborales ( MTM - valores específicos ).</i>   |
| <i>Finalización</i><br><i>El efecto que sobre el tiempo del movimiento ejerce una pasada mecánica en la terminal del movimiento.</i>  | <i>Discreción de los movimiento de posición.</i><br><i>Son en varias direcciones</i><br><i>Abajo - izquierda - arriba - derecha</i>  |
| <i>Movimientos de posición de ciegos.</i><br><i>Como alcanzar o mover un aparato o controlar cuando la vista esta en otra tarea.</i>  | <i>Movimientos de posición.</i><br><i>Se hacen cuando una persona quiere alcanzar algo o cuando cambia algo de sitio, son movimientos de traslación influidos por la naturaleza del estímulo, la dirección y posible terminal ( paro automático ).</i> |
| <i>Movimientos.</i><br><i>De terminal continua, dibujar con la mano, decorar, enhebrar una aguja, controlar el tejido al cocer.</i>   | <i>De control continuo.</i><br><i>( como el ratreo ).</i>  |
| <i>De manipulación.</i><br><i>Manejo de elementos sueltos, uso de mano y dedos, piezas de ensamble, herramientas manuales.</i>  | <i>Repetitivos.</i><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Golpeteo</i></li> <li>• <i>Manejo de manivelas</i></li> </ul>   |
| <i>Movimientos de secuencia.</i>  | <i>Reacciones estáticas.</i>   |

|  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• El tocar el teclado</li> <li>• Los que se producen al conducir un coche con lluvia</li> </ul> | <p><i>Temblores o desplazamiento del miembro de la posición original.</i></p> |
|--|---|

### 2.1.5.1 BIOMECANICA

*Estudia la mecánica y los alcances del movimiento humano abarca disciplinas como antropometría, mecánica, fisiología e ingeniería; que inciden en el comportamiento del ente biológico.*

*De acuerdo con esta disciplina, los movimientos se pueden analizar desde tres perspectivas.*

*1.- La perspectiva de la teoría de la regulación del movimiento es decir; los ámbitos neurofisiológico y psicológico (senso motricidad) que es lo que determina el mecanismo regulador.*

*2.- Desde el punto de vista de los cuerpos movidos y en movimiento, ejemplo: el cuerpo humano como sistema plurifuncional compuesto de huesos, articulaciones, músculos, tendones, etc.*

*3.- En consideración a las fuerzas que producen determinadas fuerzas de movimientos de los cuerpos (de acuerdo con diferentes leyes de la mecánica como campo de la física); que en aparente se trata de fuerzas producidas por el mismo sistema (fuerzas internas o musculares) y en parte, cuando el cuerpo a determinadas fuerzas externas, ejemplo: la tierra.*

#### RAMAS DE LA BIOMECANICA

*Se considera a la motricidad .- como una rama importante de la biomecánica; que se ocupa de la dirección del regulador de la consciencia del sistema en movimiento, también de la asimilación de la información y la motivación.*

*Esta área es investigada por modelos psicológicos y neurofisiológicos.*

*Kinesiología.- (teoría de los movimientos), es el estudio estructural (anatómico) de los movimientos de los seres vivos.*

*Los movimientos en el cuerpo humano se deducen al de estructura del sistema en movimiento (esqueleto, articulaciones, tendones, músculos) aplicando a su vez leyes fisiológicas y mecánicas.*

### MASA Y CENTROS DE GRAVEDAD

*El peso de un cuerpo es la fuerza gravitacional ejercida por el sobre la tierra.*

El peso, siendo una fuerza, es una cantidad vectorial ya que la dirección de este vector, es la dirección de la fuerza gravitacional, esto es; hacia el centro de la tierra. La magnitud del peso se expresa en cantidades de fuerza: libras o newtons.

Cuando un cuerpo de masa ( $m$ ) se suelta para que caiga libremente, su aceleración es la de la gravedad ( $g$ ) y la fuerza actúa sobre el es su peso ( $W$ ).

Cuando la segunda ley de Newton  $F = ma$ , se aplica a un cuerpo que cae libremente se obtiene:

$$W = mg$$

$W$  = peso del cuerpo

$m$  = masa del cuerpo

$g$  = aceleración de la gravedad

Ambos  $w$  y  $g$ , son vectores que están dirigidos hacia el centro de la tierra.

Sabiendo que ( $g$ ) tiene el mismo valor para los cuerpos en un mismo lugar, entonces se deduce que la relación entre los pesos de dos cuerpos debe ser igual a la relación de sus masas. Es por esto, que una balanza de brazos iguales, siendo un instrumento para comparar dos fuerzas dirigidas hacia abajo, se puede usar para comparar masas.

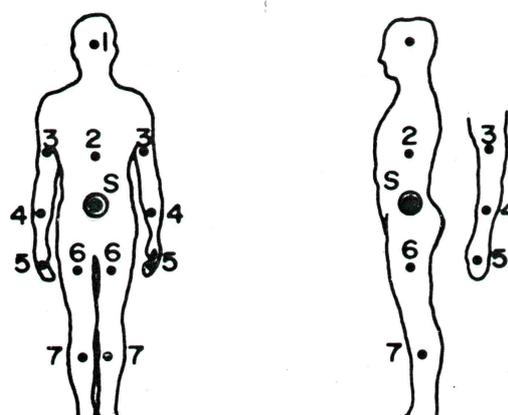
La masa de un cuerpo es una cantidad escalar, mientras que el peso es una cantidad vectorial.

## MECANICA DE LOCOMOCION

El movimiento de traslación, cada punto de un cuerpo experimenta el mismo desplazamiento que cualquier otro de los puntos, mientras transcurre el tiempo; de tal manera que el movimiento de una partícula representa al movimiento de todo el cuerpo.

Pero aun cuando un cuerpo gire o vibre mientras se mueva; hay un punto de el llamado centro de masa, que se mueve en la misma forma en que se moviera una partícula separada que se encuentra sujeta a las mismas fuerzas externas.

Si la masa se mueve en traslación pura, todos los puntos experimentarían el desplazamiento que el centro de masa. Por esta razón el movimiento de centro de masa de un cuerpo se llama movimiento de traslación del cuerpo.



## CENTROS DE GRAVEDAD DE LOS CENTROS CORPORALES.

### MOVIMIENTO Y FUERZA

Para calcular el movimiento de gravedad ( $g$ ) producido por la fuerza de gravedad sobre un objeto extenso, requiere una especial consideración ya que la gravedad actúa sobre cada punto del objeto.

Así en el caso de un brazo extendido o cualquier otro segmento corporal, existen fuerzas gravitacionales sobre la mano, los huesos de la muñeca, el antebrazo y el hecho sobre cada célula y cada átomo del brazo, cada una de estas fuerzas tiene su propia línea de acción y conduce su propio momento.

La suma de todas estas fuerzas es la fuerza total de gravedad ( $F_g$ ) sobre el brazo, y la suma de estos momentos es el momento total ( $g$ ) debido a la gravedad.

En todo objeto extenso existe un punto llamado “centro de gravedad” donde para efectos de cálculo del momento ( $g$ ) se considera que actúa la fuerza de gravedad ( $F_g$ )

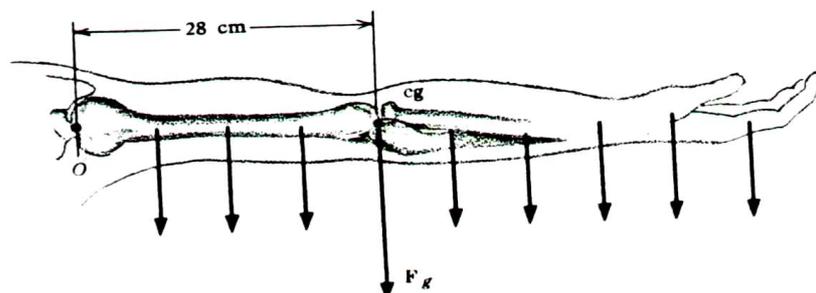
Ejemplo: el centro de gravedad ( $cg$ ) del brazo extendido como se ve en la figura está localizado cerca del codo a 28cm de la articulación del hombro (punto 0). Así, la distancia desde 0 a la línea de acción de ( $F_g$ ) es 28cm., si el brazo pesa 3Kp. El momento alrededor del punto 0 producido por la fuerza de gravedad sobre el brazo es:

Nota: el momento se considera (+) si  $F$  tiende a producir una rotación alrededor de 0, en sentido contrario a las manecillas del reloj y (-), en sentido de las manecillas del reloj.

$$\text{Momento} = f \times d$$

$f$  = fuerza

$d$  = distancia al punto de apoyo.

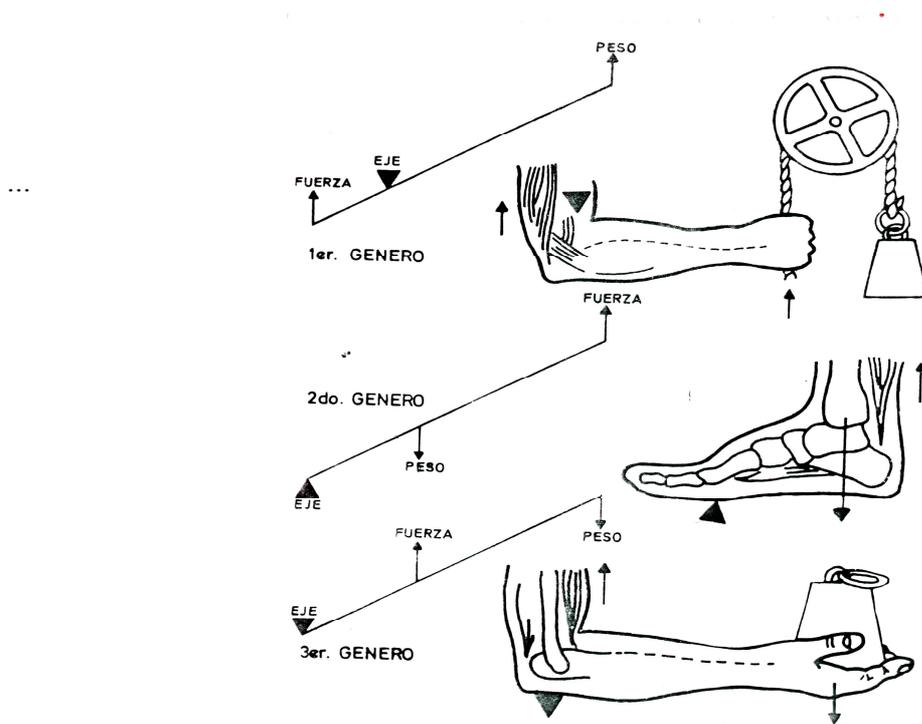


$$g = -fg \times d = -3Kp \times 0.28m = 0.84Kp - m$$

### MECANICA DE LOS MOVIMIENTOS

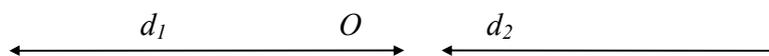
La importancia del estudio de los movimientos del cuerpo bajo la influencia de fuerzas aplicadas en el, por medio de las leyes de la mecánica, reportan importancia por la exactitud de los resultados y su contribución en la planeación científica del trabajo.

Generalmente el análisis de fuerzas en algunos esfuerzos realizados por las extremidades parte del estudio de palancas de 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> y 3<sup>er</sup> genero:



### LOS GENEROS DE LA PALANCA SEGÚN MURREL

En la solución de un sistema de palanca:





$$\sum MO = 0$$

$$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$$

$$\text{CARGA} \times \text{BRAZO DE PALANCA} = \text{FUERZA} \times \text{BRAZO DE PALANCA}$$

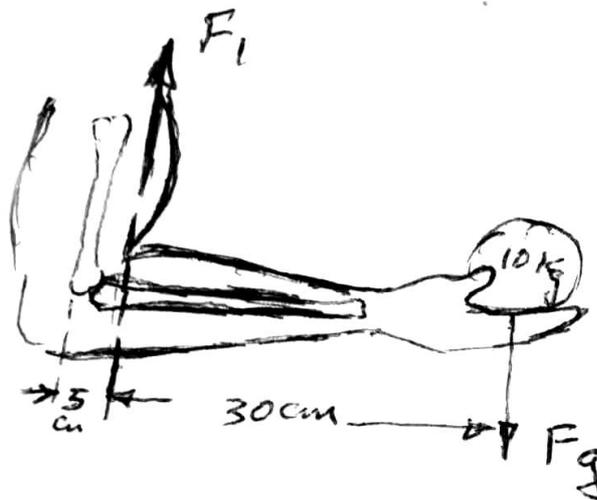
$$\text{CARGA} = \text{FUERZA} \left( \frac{\text{BRAZO DE FUERZA}}{\text{BRAZO DE PALANCA}} \right)$$

*Ejemplo 1 .- Que fuerza tiene que aplicar al nivel de bíceps braquial para aguantar un objeto de masa igual a 10Kg con la mano, con el dedo doblado.*

$$\text{Si } m = 10\text{Kg ejerce una fuerza } F_g = 10\text{Kg} \times 9.81 \text{ m/seg}^2 = 100 \text{ N}$$

*Que es la vertical en relación con la superficie terrestre.*

*Suponiendo una distancia de 30cm entre el punto de aplicación de esta fuerza y la articulación del codo, como punto rotatorio y la otra de 5cm entre la articulación y la inserción del tendón del bíceps en el hueso.*



$$d \times F_1 = dg \times F_g \quad \xrightarrow{5F_1 = 30 \times 100}$$

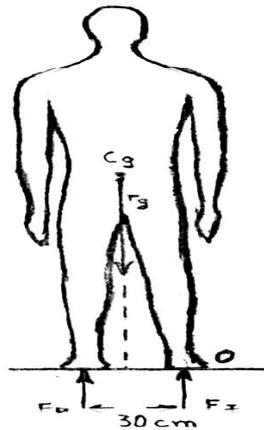
$$F_1 = (30 \times 100) / 5 = 600 \text{ N}$$

Determine las fuerzas ejercidas sobre un individuo de 82kp en posición erecta, suponiendo que las fuerzas  $F_d$  y  $F_i$  son las fuerzas de contacto hacia arriba sobre sus pies derecho e

izquierdo respectivamente, se suponen se mantiene derecho de manera que su centro de gravedad esta en la línea del punto medio entre sus pies.

$$FD + FI + FG = 0$$

$$\therefore FD + FI = 82 \text{ kp} \quad \xrightarrow{\quad} \quad 1$$



$$\Sigma Mo = 0$$

$$Mo = FI \times 0 = 0$$

$$Mo D = -FD \times .30m$$

$$Mog = Fg \times .15m = 82 \times .15 = 12.3 \text{ kp} - M$$

$$-FD \times .30m + 12.3 \text{ kp} - m = 0$$

$$\therefore FD = 41 \text{ Kp}$$

Sustituyendo  $FD$  en la ecuación 1 se tiene

$$41 \text{ kp} + FI = 82 \text{ kp}$$

$$\therefore FI = 82 \text{ kp} - 41 \text{ kp}$$

$$\mathbf{FI = 41 \text{ kp}}$$

3.- Un individuo lastimado del tobillo izquierdo no soporta de manera equitativa el pesos de su cuerpo; por lo que no puede tener una fuerza de contacto en el tobillo izquierdo, mayor a 20 kp a no ser de sentir gran dolencia.

NOTA: El peso del individuo es de 82 kp.

De acuerdo a las características del problema:

$$F_I = 20KP \quad F_D = 62KP$$

$$\Sigma M_{O_I} = 0$$

$$M_O = F_I \times 0 = 0$$

$$\therefore M_{O_I} = 20 \text{ kp} \times 0 = 0$$

$$\Sigma M_{O_D} = 0$$

$$M_{O_D} = -F_D \times .30m = -18.6kp-m$$

$$M_{O_g} = F_g \times .15m = 12.30 \text{ kp-m}$$

∴ La sumatoria de los momentos es:

$$\Sigma M_O = 0$$

$$M_{O_I} - M_{O_D} + M_{O_g} = 0$$

$$\therefore 0 - 18.6 \text{ kp-m} + 12.30 \text{ kp-m} = -6.3kp-m$$

Como el centro de gravedad del individuo, se desplaza hacia el pie derecho; entonces: es necesario conocer la distancia de desplazamiento, por lo tanto:

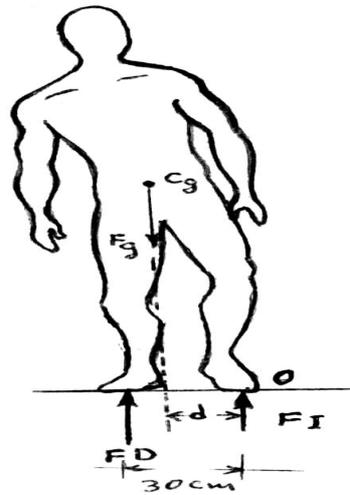
$$M_{O_I} = 20 \text{ kp} \times 0 = 0$$

$$M_{O_D} = 62 \text{ kp} \times .30 \text{ m} = 18.6 \text{ kp-m}$$

$$M_{O_g} = 82kp \times d$$

La suma de los momentos es:

$$M_{O_I} - M_{O_D} + M_{O_g} = 0$$



$$0 - 18.6kp-m + 825kp \times d$$

$$\therefore d = \frac{18.6Kp - m \quad 0.225m}{82Kp} = 0.225m$$

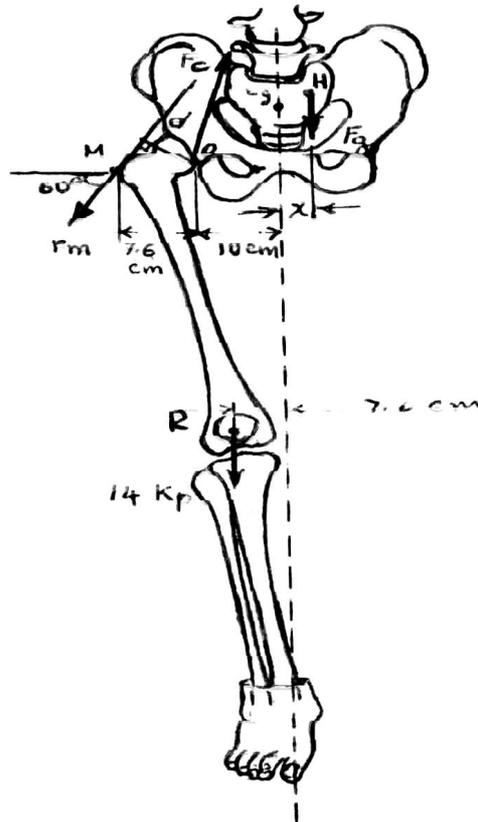
NOTA: si se aparta el pie lastimado en dirección del pie bueno, se tiene que inclinar el cuerpo hacia la derecha adoptando una postura típica de cojeo.

Ejercicio 4.- en un hombre de 90 Kp de peso en posición de pie, un centro de gravedad esta en una recta que pasa justo por la mitad de la distancia entre sus pies; cada una de las piernas pesa 14Kp y su cabeza, brazos y tronco (CBT) pesan juntos 62Kp.

Este pesos es sostenido por fuerzas de contacto de 31Kp, ejercidas por cada fémur en articulación como la cadera.

Cuando el individuo levanta el pie izquierdo del suelo para mantener el equilibrio, el centro de gravedad se desplaza hacia el pie derecho, sobre la línea que pasa a 7.60cm. del centro de gravedad de la pierna derecha. (rotula, R) el conjunto de segmentos corporales (CBT), pueden considerarse como si fueran un solo objeto sobre el que actúan tres fuerzas; la fuerza de la gravedad Fg de 76Kp, la fuerza ejercida por los muslos abductores de la cadera Fm y la fuerza ejercida por el fémur sobre la cadera Fc.

Determine la fuerza Fm y Fc respectivamente. (ver la sig. figura)



El centro de gravedad del conjunto de segmentos corporales (CBT) no está en la línea vertical, con el Cg de todo el cuerpo, está en otra línea a una distancia  $x$  hacia la izquierda.

La suma de estos momentos de esas dos fuerzas alrededor de Cg debe ser cero, ya que estas dos fuerzas son equivalentes a la fuerza total de gravedad que actúa sobre Cg, donde  $x$  determina:

$$\Sigma M_{oCg} = 0$$

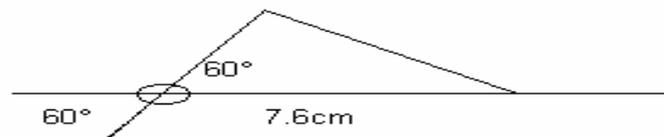
$$M_{oFr} - M_{oFg} = 0$$

$$\therefore 14Kp \times 0.076m - 76Kp \times X = 0$$

$$x = \frac{14Kp \times 0.076m}{76Kp} = 0.014m$$

La línea de acción de  $F_m$  se conoce por estudio anatómico.

La distancia perpendicular  $d$  desde  $O$  a  $F_m$  se encuentra de la siguiente forma:



$$D = 7.6cm \times \text{sen } 60^\circ = 6.58 \text{ cm}$$

Para calcular la fuerza muscular  $F_m$  de los abductores de la cadera, se calcula el momento total alrededor de  $O$ , es decir:

$$F_m \times 0.0658m - 76Kp \times 0.114m = 0$$

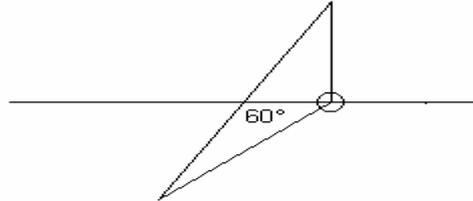
$$\therefore F_m \times 6.58 \times 10^{-2}m - 76Kp \times 11.4 \times 10^{-2}m = 0$$

por lo que:

$$F_m = \frac{76Kp \times 11.4 \times 10^{-2}m}{6.58 \times 10^{-2}m} = \frac{866.4}{6.58} = 131.67Kp$$

$$\therefore F_m = 131.67 \text{Kp}$$

para calcular  $F_c$  ejercida por el fémur sobre la cadera, se calcula de la siguiente forma:



Usando la ley de los cosenos

$$F_c = \sqrt{a^2 + b^2 - (2ab) \cos 150^\circ}$$

$$F_c = \sqrt{76^2 + (131.67)^2 - 2(76)(131.67) \cos 150^\circ}$$

$$\therefore F_c = \sqrt{5776 + 17336.98 + (2 \times 76 \times 131.67) 0.866}$$

$$\therefore F_c = \sqrt{23112.98 + 17331.985} = \sqrt{40444.965}$$

$$\therefore F_c = 201.139 \text{Kp}$$

## DISTRIBUCIÓN DEL EQUIPO Y DEL ESPACIO DE TRABAJO.

### ESPACIO DE TRABAJO

En la convergencia de los factores ergonómicos para la producción, se establecen las relaciones (hombre – hombre), (hombre – máquina), (máquina – hombre), (máquina – máquina) y la importancia que reviste la información es tal que se sugiere una comunicación eficaz para la culminación sana de la actividad.

En términos más sencillos, es necesario entender primeramente este proceso de comunicación, constituido por un emisor que comunica información a través de un medio a un receptor.

La comunicación tiene lugar en este proceso.

## MECANISMO DE LEVANTAMIENTO.

En una convención de la OIT (1967) se establecieron reglas para el levantamiento y el acarreo manual. Así mismo se adoptó la recomendación de que el máximo peso a ser levantado y cargado por un hombre, bajo cualquier circunstancia, fuera de 55 Kg.

En muchos países, existen reglas más detalladas acerca del máximo peso. Como un ejemplo, estas cifras suizas, pueden dar (en kg) los pesos máximos de carga que no deberán de ser excedidos.

|                            | ADULTOS | ADULTOS | JOVENES | JOVENES |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                            | Hombres | Mujeres | Hombres | Mujeres |
| Levantamientos ocasionales | 50      | 20      | 20      | 15      |
| Trabajo continuo frecuente | 18      | 12      | 11-16   | 7-11    |

Cuando se utilicen cifras de este tipo como guías, deberán recordarse los siguientes hechos:

1. Las cifras para los adultos deberán bajar gradualmente después de los 40-45 años.
2. Las cifras para los jóvenes solamente deberán aplicarse a personas de más de 15 años de edad.
3. Los pesos óptimos en el transporte manual de pesos son mucho más bajos que los indicados arriba.
4. En muchos casos, los pesos máximos tendrán que ser establecidos en cifras mucho más bajas.

Algunas razones cuando: La altura es demasiado baja para asir el bulto (deberá ser por lo menos de 40cm. Del suelo).

El levantamiento tenga que llegar por arriba del pecho o a la altura de los hombros.

La posición del cuerpo sea difícil: doblada, tendida hacia delante, sin posibilidad para ayudar al esfuerzo con las piernas, etc. La posición de sentado.

5. En la literatura sobre ergonomía se pueden encontrar recomendaciones para los diferentes tipos de levantamiento y acarreo y para los distintos tipos de arreglo de local de trabajo.

## TECNICAS DE LEVANTAMIENTO

Todos los trabajadores ocupados en levantamientos deberían tener una instrucción antes de empezar su trabajo. Esta instrucción deberá incluir en parte, principios generales y en parte, técnicas especiales, necesarias en su trabajo.

*Algunos principios generales:*

- *Quitar obstáculos y peligros de resbalón.*
- *Mantener el peso lo mas cerca posible del centro de gravedad del cuerpo.*
- *Mantener la espalda recta: El levantamiento con la espalda arqueada es peligroso.*
- *Doblar las rodillas para que las piernas participen en el levantamiento.*
- *Mantener el tronco lo mas derecho posible durante el levantamiento.*

#### **TRANSPORTE DE CARGAS.**

*Existen algunas reglas obvias tales como:*

- *Evitar cargas asimétricas sobre el cuerpo.*
- *Es mejor la carretilla que las manos, para cargas pesadas.*
- *Al cargar algo sobre la espalda, el centro de gravedad de la carga deberá ser lo más alto y cercano al cuerpo.*

### **LOS CARACTERES SOMÁTICOS**

#### **PUNTOS SOMATICOS MAS IMPORTANTES**

*Las medidas relacionan los puntos que se indican a continuación:*

#### **BIPEDESTACION (POSICION DE PIE)**

*Para esta postura se consideran las medidas siguientes:*

- *Estatura.- Distancia del vertex al suelo.*
- *Longitud del miembro superior.- Acromión a dactifilión.*
- *Longitud del brazo.- Acromión a radial.*
- *Longitud del antebrazo.- Radial a estilión.*
- *Longitud de la mano.- Estilión a dactilión.*
- *Longitud del miembro inferior.- Ileo crestal al piso.*
- *Longitud del muslo.- Ileo crestal al tibial.*
- *Longitud de pierna.- Acromión a acromión.*
- *Anchura bicrestal.- Distancia entre los dos puntos ileocrestalles.*

#### **POSICION SENTADO.**

*En la postura de sentado, ademas de las dimensiones de las extremidades, se consideran:*

- *Talla de sentado.- Desde el vertex hasta la base del asiento*

*Como medidas absolutas para determinar los biotipos:*

- *Índice biacromal = (anchura biacromal x 100) / estatura.*
- *Índice acromio iliaco = (anchura biacrestal x 100) / anchura biacromal.*
- *Longitud relativa miembro inferior = (long. Miembro inferior x 100) / estatura.*
- *Longitud braquial = (long. Del antebrazo x 100) / longitud del brazo.*
- *Índice intermembral = (long. De la extremidad superior x 100) / long. Extremidad inferior.*
- *Índice cranial = (anchura máxima x 100) / longitud máxima.*

## 2.2 METRICA.

### 2.2.1 ANTROPOMETRIA.

#### *Caracteres somatológicos.*

*En el estudio de los grupos humanos naturales, el antropólogo observa que los individuos que los forman representan siempre variabilidad: Es decir, no se encuentran dos individuos idénticos. Esta variabilidad se debe, en parte, a los genes recibidos de los padres, y en parte, a la acción ambiental.*

*Entre los caracteres más o menos influibles por el ambiente están relativos a la estructura del cuerpo y a su desarrollo; por ejemplo, la estatura. Los caracteres somatológicos pueden estudiarse de modo cuantitativo mediante técnicas muy precisas.*

*La técnica usada en estos estudios es la antropometría, término que se compone por dos raíces griegas antropos = hombre; metron = medida; por lo que la antropometría, se refiere a la medición de los segmentos corporales del individuo.*

*Las medidas deben realizarse con una técnica uniforme y cada una de ellas ha de expresar un carácter determinado; hacen referencia a determinados puntos del esqueleto, usando aparatos de precisión como antropómetros, compases y calibres.*

*Los puntos somatométricos, se sitúan sobre el esqueleto.*

*Los puntos sométricos son:*

*VERTEX.- El punto más alto de la cabeza.*

*ACROMION.- El punto más lateral y superior de la apofisis acromión del omóplato.*

*SINFISION.- Borde superior de la sínfisis púbica.*

**RADIAL.-** Punto más proximal en el borde superior de la cabeza del radio.

**ILEO CRESTAL.-** Punto más saliente de la cresta ilíaca en sentido lateral.

**ESTILION.-** Punto más distal de la apofisis estiloides del radio.

**DACTILION.-** Borde antero inferior del palpejo del dedo medio de la mano.

**TIBIAL.-** Punto más alto del borde interno de la tibia.

**ESFIRION.-** Punto más bajo del maleolo interno.

La variabilidad que se manifiesta en las dimensiones relativas del cuerpo, sobre todo en las medidas transversales en relación con la estatura, permite definir los biotipos que esencialmente son dos:

**LONGILINEOS.-** En esta clasificación, las medidas transversales son pequeñas respecto a la estatura.

**BREVILINEOS.-** Las medidas transversales son grandes en relación con la estatura.

Los biotipos, manifiestan la llamada arquitectura general del cuerpo.

La información antropométrica se agrupa de la siguiente manera:

**ANTROPOMÉTRIA ESTRUCTURAL O ESTATICA.-** Se refiere a la obtención y análisis de dimensiones simples del cuerpo humano en reposo, por ejemplo: peso, y demás dimensiones de los segmentos corporales.

**ANTROPOMETRIA FUNCIONAL O DINAMICA.-** Estudia las medidas compuestas del individuo en movimiento, ejemplo: la deminión del brazo en el movimiento de alcanzar, y las consideraciones en los ángulos de movimiento de las articulaciones.

En condiciones de diseño, es necesario contar con datos precisos, en otras circunstancias, es necesario tener ciertas aproximaciones de las dimensiones de los segmentos corporales; para lo cual existen tarjetas con discos giratorios que indican las dimensiones promedio para situaciones diferentes.

En un estudio antropométrico, las dimensiones básicas a considerar son:

**POSICION DE PIE:**

**H.T.-** Talla, del vertex al piso.

**A.-** Distancia vertex – acromión.

**B.-** Acromión – ileo crestal.

**C.-** ileo crestal – tibial.

- D.- Tibial – esfirión.*
- E.- Esfirión al piso.*
- F.- Ancho de hombros (acromión a acromión)*
- G.- Diámetro longitudinal craneal.*
- H.- Acromión – radial.*
- I.- Radial – estímón.*
- J.- Ancho de palma de la mano.*
- K.- Distancia del sinfisión al piso.*

**POSICION SENTADO:**

- A.- Talla sentado ( del vertex al plano del asiento).*
- B.- Distancia del vertex a la oreja.*
- C.- Diámetro craneal (transversal).*
- D.- Distancia del codo a los nudillos (en postura normal)*
- E.- Distancia radial a nudillos (brazo extendido).*
- F.- Altura del plano del asiento a los ojos.*
- G.- Altura del piso al codo.*
- H.- Altura del plano del asiento al codo.*
- I.- Altura del plano del asiento al piso.*
- J.- Longitud del pie.*

*Las dimensiones de los segmentos corporales, presentados en las gráficas anteriores generalmente son la base para el estudio antropométrico para los puestos de trabajo; sin embargo, las medidas corporales usadas en otros diseños pueden referirse a partes del cuerpo específicas.*

*En un estudio antropométrico se recomienda seguir un orden lógico como:*

- a) Selección de la muestra.*
- b) Realizar las mediciones de los segmentos corporales en estudio.*
- c) Registrar los datos en formato adecuado.*
- d) Analizar los datos.*
- e) Distribuir los datos en el informe.*

*Ejemplo: se ha seleccionado una muestra de datos de individuos mexicanos para el segmento corporal D, ver gráfica corporal en postura de pie, la medida corresponde al segmento “tibial – esfirión”.*

*Los datos son:*

*Posición de pie: 32, 38, 44, 43, 43, 38, 32, 35, 34, 43, 42, 44, 34, 40, 37, 41, 42, 42, 33, 39.*

*Valores ordenados de forma creciente:32, 32, 33, 34, 34, 35, 37, 38, 38, 39, 40, 41, 42, 42, 42, 43, 43, 43, 44, 44.*

*Valor máximo: 44.*

*Valor mínimo: 32.*

$$\text{Rango real} = 44 - 32 = 12$$

$$\text{Límite superior nuevo rango} = 44 + 1 = 45$$

$$\text{Límite inferior nuevo rango} = 32 - 1 = 31$$

$$\text{No. de intervalos} = 5$$

$$\therefore 45 - 31 = 14$$

*el rango recomendado es 14*

$$\text{intervalo} = \text{rango recomendado} / \text{no. de intervalos}$$

$$\therefore \text{valor del intervalo} = 14 / 5 = 2.8$$

*los límites del intervalo son:*

1.- 31

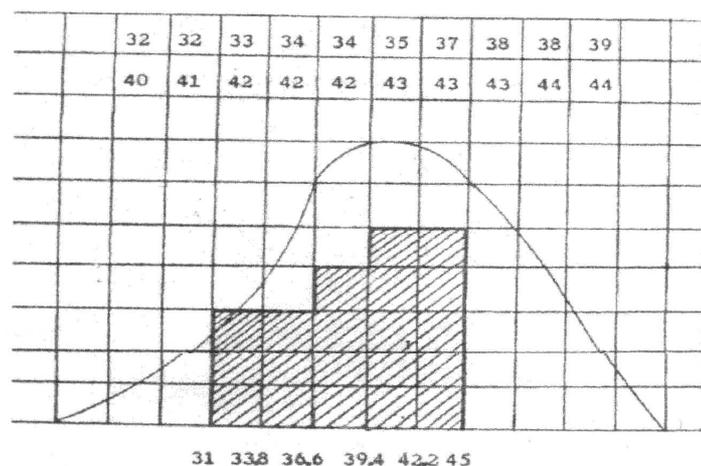
$$2.- 31 + 2.8 = 33.8$$

$$3.- 33.8 + 2.8 = 36.6$$

$$4.- 36.6 + 2.8 = 39.4$$

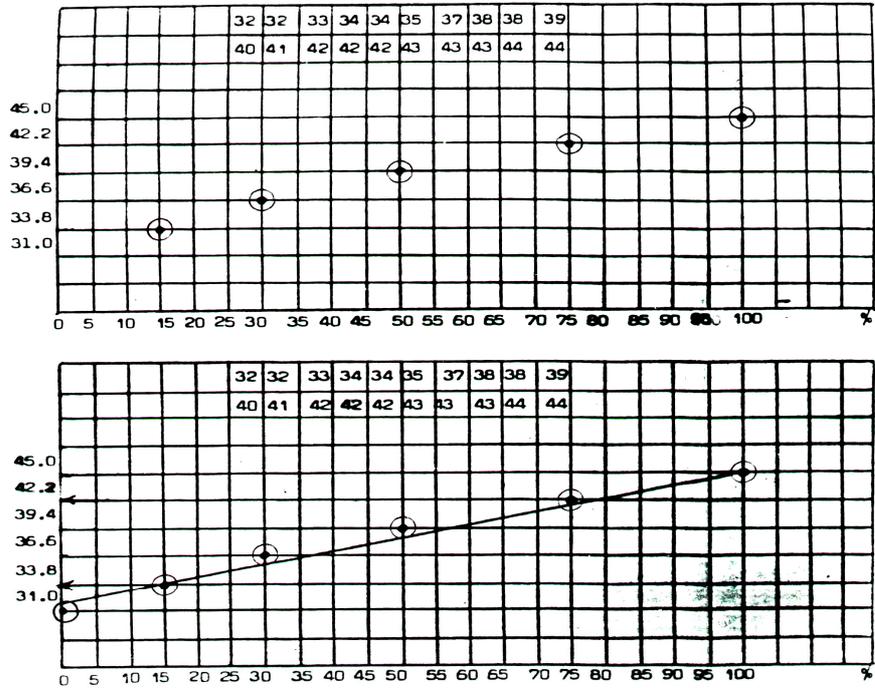
$$5.- 39.4 + 2.8 = 42.2$$

$$6.- 42.2 + 2.8 = 45$$

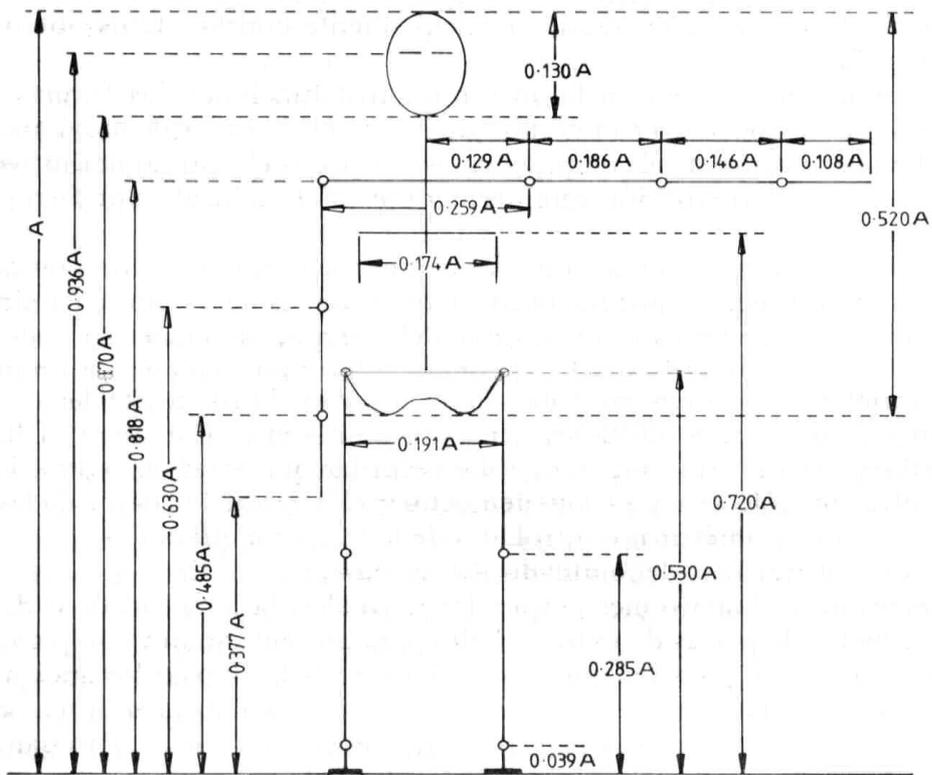


*De acuerdo al registro de la información en las gráficas, se puede apreciar que en función del porcentaje acumulativo, es considerado común de diseñar por el 90% de la*

*población; la muestra representativa establece que el 10% de la población supera las medidas del segmento corporal señalado.*



### DATOS ANTROPOMETRICOS PARA ESTUDIO EN LA INDUSTRIA



**LONGITUDES CORPORALES, LA LONGITUD DEL SEGMENTO CORPORAL SE OBTIENE EN FUNCION DE LA TALLA DEL SUJETO.**

### **2.2.2 VARIABILIDAD DE DATOS ANTROPOMETRICOS.**

*La variación de las mediciones del cuerpo sigue por lo general una distribución normal.*

*En la práctica común, se diseñan equipos y herramientas para el 90% de la población es decir; entre el 5 y 95 percentil; por lo que los datos antropometricas se expresan a menudo con referencia en 5, 50 y 95 percentiles.*

**PERCENTIL 95.-** *Indica que solamente el 5% de la población supera este valor.*

**PERCENTIL 50.-** *Indica que el 50% d la población esta abajo y el 50% arriba del valor indicado.*

**PERCENTIL 5.-** *Indica que el 5% de la población es inferior a este valor.*

La amplia distribución de las dimensiones corporales y de las formas, pueden encontrarse en cualquier población y puede deberse a diferentes genéticas; existen otras variables que afectan las dimensiones del cuerpo que son:

**EDAD.-** *La variación en las dimensiones corporales es directamente proporcional con la edad, es decir, para la estatura y la mayoría de las longitudes del cuerpo se obtiene el crecimiento total en el hombre entre los 20 años y en la mujer a los 17.*

**SEXO.-** *El desarrollo de las operaciones industriales y el campo laboral en general han convertido la aplicación de la ergonomía de manera importante, en el sentido de la ubicación tanto del hombre como de la mujer en el ámbito del trabajo y poniendo de manifiesto la variación de las dimensiones corporales.*

**CULTURA.-** *Es importante señalar las diferencias raciales y culturales que la ergonomía ha considerado para el diseño de diferentes ambientes, que se ajustan a las*

*poblaciones. En la actualidad, el diseño de productos ha puesto más esfuerzo debido a los diferentes convenios internacionales de comercio, que se dan como resultado no solamente el libre flujo de productos, sino también de trabajadores de diferentes países.*

*OCUPACION.- El desarrollo de las diferentes actividades, requieren de ciertas características corporales de los individuos; lo que a su vez implica el diseño de un puesto de trabajo; no obstante, el considerar la variabilidad implica tenerla en cuenta para diseñar ambientes ocupacionales particularmente.*

*TENDENCIAS HISTORICAS.- La observación de las tallas con relación al tiempo, dejan ver, que la estatura promedio de la población se incrementa posiblemente a causa de una mejor dieta y condiciones de vida.*

## CEDULA ANTROPOMETRICA PARA ESTUDIOS ERGONOMICOS

Nombre \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

### Medidas de pie (bascula y antropometro)

Peso

Talla----- Kg 03

Alcance vertical máximo a nudillos----- mm 04

Altura al ojo----- mm 06

Altura al hombro----- mm 07

Altura al codo----- mm 08

Altura a dactilion----- mm 09

Diámetro biacromial----- mm 10

Diámetro bicrestal----- mm 11

Alcance horizontal a nudillos----- mm 12

Anchura codo-codo----- mm 13

### Medidas en silla (antropometro)

Talla sentado----- mm 14

Altura plano asiento ojos----- mm 15

Altura plano asiento ángulo omoplato----- mm 16

Altura plano asiento codo----- mm 17

Altura piso hueco popliteo----- mm 18

Altura piso-cara superior de muslo----- mm 19

Altura piso-muslo cruzado----- mm 20

Anchura máxima de caderas----- mm 21

Distancia codo-nudillos----- mm 22

Distancia sacro-tercio medio de muslo----- mm 23

Distancia sacro-rodilla----- mm 24

Información adicional

*Altura tacon----- □ □ □ mm 25*

*Dexteridad*

*(preguntar ¿con que mano escribe o cual usa de preferencia?)*

*derecha: 1, izquierda:2, las dos:3-----□ 26*

*usa anteojos*

*(solamente se anota como si, cuando los anteojos tengan graduación.*

*No se tomen en cuenta los anteojos de sol o las gafas de protección)*

*Si:1, no:2-----□ 27*

*Visión a los colores*

*Normal: 1, daltonismo: 2-----□ 28*

*Persona que tomo las medidas\_\_\_\_\_*

## **CUESTIONARIO**

- 1. Explique en forma breve que es la fisiología del cuerpo humano, componentes y cual es su funcionamiento*
- 2. ¿Qué tipo de energías intervienen en el funcionamiento celular?*
- 3. ¿Qué son y qué tipo de tejidos comprenden el cuerpo humano?*
- 4. ¿Cuántos huesos comprenden el sistema óseo del cuerpo humano, como se dividen y para que sirven en su conjunto?*
- 5. ¿Cuántos tipos de huesos en sistema óseo hay? Nombra cada uno de ellos*
- 6. ¿Qué son y porqué están constituidas las articulaciones?*
- 7. Menciona tres tipos de articulaciones y Realiza un esquema para cada una de ellas donde se muestren sus características.*
- 8. ¿Cómo se clasifican las articulaciones?*

9. *¿Qué características poseen los músculos y menciona cuantos tipos hay?*
10. *¿Qué es un sistema Aferente y diferencia hay con el sistema Eferente?*
11. *¿En qué consiste el sistema nervioso central?*
12. *¿En qué consiste el sistema endocrino?*
13. *¿Cómo se divide el trabajo y menciona la cantidad de calorías gastadas en cada uno de ellos?*
14. *¿Qué es la Biomecánica?*
15. *¿A qué se refiere la antropometría?*
16. *¿Cuáles son los puntos sométricos?*
17. *¿Explica los tipos de Antropometría que conoces?*
18. *¿Qué variables pueden afectar las dimensiones de nuestro cuerpo?*

**UNIDAD III**  
**MEDIO AMBIENTE**

**Objetivo: Analizar y establecer las condiciones ambientales del lugar de trabajo basándose en las diversas relaciones que se establecen entre el hombre, la maquina y medio ambiente.**

### **3.1 DISTRIBUCION DE EQUIPO Y ESPACIO DE TRABAJO**

#### **3.1.1 DISEÑO DE ESPACIO**

##### Generalidades e Importancia

El espacio de trabajo, debe disponerse de tal manera que se pueda ver sin bajar la línea de la visión de 30 grados debajo de la horizontal, y sin elevar 5 grados sobre la horizontal con un ángulo óptimo de 10 a 15 grados debajo de la horizontal en trabajos de precisión, debe estar a una distancia de 250 mm a 300 mm de los ojos, el nivel de iluminación y la dirección de donde proviene la luz en relación con el trabajador influyen en el contraste y el reflejo, constituyendo aspectos importantes por la visión adecuada.

Ya decididas las posiciones adecuadas, en un espacio para el trabajo es necesario tener bien claro las especificaciones y limitaciones del esqueleto y los músculos del individuo, las combinaciones de todos estos aspectos y los siguientes principios harán un funcionamiento seguro y saludable de la operación y el operario por largos periodos:

- El operario debe tener la capacidad de mantenerse recto y en una posición durante el desarrollo de la operación.
- La visión es importante en el trabajo, por lo tanto los puntos necesarios del trabajo ligeramente inclinada hacia delante.
- Toda actividad debe permitir que el trabajador adopte posturas diferentes, pero saludables y seguras.
- El trabajo se debe disponer para trabajar de pie y sentado
- Si el operario esta de pie, el peso del cuerpo debe soportarse en ambos pies por lo que los pedales no se recomiendan en esta postura.
- No se debe ejecutar trabajo pesado a nivel o arriba del nivel del corazón
- Se deberán permitir pausas de trabajo en toda actividad incluyendo cargas ambientales y de información.
- Los trabajos ejecutados con las extremidades donde intervienen articulaciones deben estar cerca del punto medio del margen de movimiento.
- Cuando se tiene que aplicar fuerza muscular, debe ser con los grupos de músculos mas grandes y apropiados y en el sentido colineal.
- Cuando se tenga que aplicar repetidamente una fuerza, se debe realizar con los brazos o con las piernas.

En todo esto es necesario considerar el diseño de los asientos para la postura de sentado y tomando en cuenta los espacios necesarios para los movimientos del cuerpo del operario como es el espacio para el movimiento de piernas, tronco y brazos.

### **3.1.2 Requerimientos Físicos en el Lugar de Trabajo**

Estos se consideran de acuerdo a la actividad o bien a las características antropométricas del individuo. Cuando esta referida a la actividad de una persona es necesario analizar la secuencia de actuación y en la secuencia de análisis se recomienda revisar:

- Los métodos de trabajo
- Posturas y Movimientos mas frecuentes
- El esfuerzo a realizar
- Atención en la manipulación de dispositivos y controles
- Equipo de apoyo
- Ropa para el trabajo

Considerando esta secuencia de análisis, se puede saber cuales son las disminuciones relevantes a considerar y cuales no considerar.

De forma general, no se puede decir que ejercen algunas consideraciones que permitan tomar decisiones sobre las regulaciones de las distintas dimensiones del cuerpo humano y los objetos con el fin de lograr una correcta compatibilidad.

Para una correcta elección de la postura del operario, se consideran diferentes parámetros, como la naturales del puesto, manipulación de cargas, movimientos, requerimientos de área.

### **3.1.3 Requerimientos Sociales**

Dentro de los requerimientos en esta relación es el uso social del espacio, lo que implica aspectos del espacio personal y la territorialidad.

El espacio personal es un área delimitada invisible que rodea al individuo. Hall (1976) hace una clasificación de 4 zonas de distancia a partir de la lubricación del individuo.

- a) **ESPACIO INTIMO AMIGABLE PROPIO:** Este espacio es inherente a su libertad de acción, con limites subjetivos que resguardan su personalidad, esta área comprende en la fase cercana(0-15cm) y en la fase lejana de (15-45cm).
- b) **ESPACIO PERSONAL O ESPACIO LIMITADO:** Es el espacio que el operario requiere para la activación de sus extremidades y la realización normal de los movimientos en el desarrollo de sus actividades. Este espacio esta considerado de (45-76 cm) en la fase cercana; y en la fase lejana (2-3.5m).
- c) **ESPACIO SOCIAL:** Es la distancia considerada normal para tratar asuntos menos personales; también es la distancia usada por personas que asisten a una reunión social; a esta distancia, Hall considera que las personas desarrollan su trabajo en presencia de otras. La fase cercana es de (1-2 m) y la fase lejana de ( 2-3.5 m).

- d) ESPACIO PUBLICO: Este espacio esta fuera de las implicaciones sociales donde pueden ocurrir otros problemas de comunicación en la fase cercana (3.5 – 7.5 m) y en la fase lejana (7.5 o mas).

En esta relación H-H se destacan las siguientes variables:

- La personalidad
- Jerarquía
- Sexo
- Edad
- Cultura

## **TERRITORIALIDAD**

Es un concepto que implica una conducta de espacio, la territorialidad es diferente al espacio personal, debido a que los territorios son locales fijos y no se mueven con la persona.

Freid y DeFazio (1974) observaron la conducta territorial de usuarios del metro en Nueva York y observaron que los pasajeros vigilan cuidadosamente su espacio territorial.

En este sentido se influye que las restricciones sociales que intervienen para reducir la eficiencia del sistema; el concepto de territorialidad es llevado a los puestos de trabajo, donde el individuo le atribuye a su área ciertas colindancias en relación con sus requerimientos personales físicos y para la ejecución de sus actividades.

Bajo esta orientación se debe evaluar dos factores:

- a) Las necesidades de comunicación:
- Con los demás trabajadores
  - Con las maquinas, equipos, materiales, dispositivos, apoyos para el trabajo, también se debe considerar su movilidad, necesidades visuales y auditivas.
- b) La comodidad:
- Tranquilidad con respecto a la posición con otras personas, en su ambiente inmediato.
  - Conducta para saber de que forma ayudan estos factores a su mejor desempeño.

### **3.1.4 MECANISMOS DE CONTROL**

Generalmente las maquinas requieren de un control y estos mecanismos difieren de las herramientas manuales, debido a que estas ultimas son extensiones de las extremidades superiores.

Estos mecanismos de control, exigen diversas acciones psicomotoras de parte del operario, por lo que se diseñan de acuerdo a que se cubran dos aspectos principales:

- Deben ser capaces de desempeñar eficazmente su función para la cual fue diseñada.
- Debe ser adecuado el uso humano por la referencia de las capacidades sensoriales psicomotoras, así como las características antropométricas del individuo.

Bajo estos aspectos el diseñador puede ofrecer diseños para individuos considerados extremos, en otras circunstancias el diseñador puede ofrecer a las diferencias medias, en donde las diferencias medias participan para la relación de las características en cuestión.

Los mecanismos de control son instrumentos que transmiten información al operario de la maquina o bien en el medio por el cual el operario le proporciona información a la maquina, bajo estas excepciones incluye hablar de la relación hombre-maquina (controles) o bien de la relación maquina-hombre (tableros).

### **3.1.5 Herramientas de Mano**

Estas van desde un cortaúñas hasta un marro.

#### **Precisión**

Por supuesto que para un trabajo muy delicado deberían utilizarse los dedos. El dedo índice es especialmente para dirigir:

- Asir una pluma
- Asir una pistola en algunas herramientas de mano eléctricas (para perforar etc.)

El trabajo estático deteriora la precisión:

- Apoyar los brazos en trabajos delicados con los dedos
- Evitar la precisión innecesaria de los dedos

Ejemplo: algunas plumas tienen una parte más gruesa en el frente como apoyo para los dedos.

#### **Peso**

Las herramientas balísticas (piquetes, martillos, marros, etc.) deberían tener un cierto peso, sin embargo este peso no debe ser excesivo.

Ejemplo: los trabajadores en el bosque utilizan con frecuencia hachas demasiado pesadas; estas son buenas cuando cortan ramas de árbol demasiado gruesas, pero menos eficaces (mas perdida de energía y tiempo) para las ramas menos gruesas.

Las herramientas energizadas (electricidad, motores de combustión, aire comprimido) son con frecuencia demasiado pesadas para sostenerlas y manejarlas, al tratar de aligerarlas será necesario confirmar que están balanceadas al manejarlas. Algunas veces el balanceo se puede lograr con el empleo de contrapesos.

### 3.1.6 DISPOSITIVOS DE TRANSPORTE MANUAL

El hombre uso desde hace mucho tiempo otros diversos tipos de equipo y herramientas manuales para realizar ciertas actividades que hasta nuestros días se siguen utilizando, aunque con mejoramiento de diseño.

A la llegada de la revolución industrial se puso en marcha la utilización de la maquinaria; hasta ese momento solo eran considerados hombres, animales y energía del agua para el trabajo de los procesos, otro aspecto importante que obligó al uso de herramientas y maquinaria fue el desplazamiento de la producción familiar por la producción en empresas. Todo esto hace precisamente que las personas ejerzan un control general mediante algún tipo de mecanismos de control manual o con el pie, por lo que todo instrumento debe estar capacitado de cumplir con su función y ser utilizado adecuadamente por personas, es decir, que deben establecerse la relación antropométrica y bioquímica del equipo, máquina o herramienta.

Existen circunstancias en las que la noción entre funciones y componentes pueden verse limitada por lo que lo recomendable es analizar a estos elementos como una estructura, en lugar de una forma de relación de uno con otro.

Los criterios de diseño, que ayudan a decidir sobre funciones de seres humanos y componentes de máquinas de obtienen de fuentes: A. Chapáis, Fitts, Merster y Rabideau.

Los individuos son capaces de:

- a) Detectar niveles de estímulos visuales, auditivos, táctiles, olfatorios y de gusto.
- b) Detectar niveles de gusto.
- c) Notar sucesos de entorno.
- d) Almacenar información por grandes periodos.
- e) Recuperar información (aunque la fiabilidad de memoria baja).
- f) Seleccionar modos alternativos de operación.
- g) Razonar inductivamente.
- h) Hacer estimaciones y evaluaciones subjetivas.
- i) Concentrarse en actividades importantes.
- j) Adoptar su respuesta física.

Las maquinas tienen capacidad para:

- a) Detectar estímulos fuera del alcance normal de la sensibilidad humana.
- b) Ser instruida para actividades pre-especificas.
- c) Almacenar información codificada.
- e) Procesar información codificada.
- f) Ejercer fuerza física (de forma controlada).
- g) Mantener la actividad durante largos periodos de tiempo.
- h) Realizar diversas actividades simultáneamente.
- i) Mantener un ritmo de trabajo bajo condiciones sobre carga.

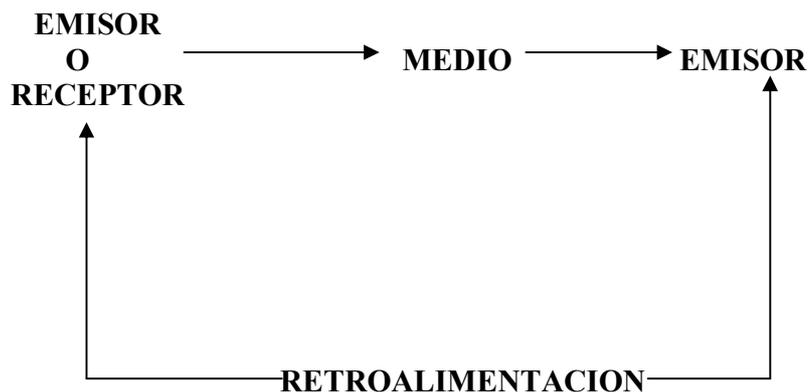
De lo anterior se puede intuir que el hombre necesita de un apoyo en el ejercicio de su trabajo, donde este lo encuentra mediante el uso de equipo, maquinaria o equipo; lo que incluye la consideración importante, el hombre tiene flexibilidad pero no se puede depender de él de forma constante en el trabajo; mientras que las máquinas pueden ser consistentes pero no flexibles en lo absoluto (Jordán).

### 3.2 COMUNICACIÓN Y REGLAS.

El proceso de la comunicación está constituido por un emisor que comunica la información a través de un medio a un receptor. La comunicación tiene lugar en este proceso cuando el receptor interpreta la información como la considero el emisor.

La palabra comunicación se deriva del vocablo “communis” que significa común, por lo tanto que se refiere a que la comunicación, tanto el emisor como el receptor tengan una comprensión común máxima.

La función de la ergonomía en el contexto de la comunicación, es precisamente regular o adecuar la posibilidad de que tanto el emisor como el receptor tengan una comprensión común del mensaje aunque estos no hablen el mismo lenguaje.



Cuando se hace referencia a la relación H-H, la comunicación puede o no cumplir el objetivo deseado; esto suele suceder debido a algunas razones, consideradas barreras de la comunicación las cuales se clasifican de la siguiente forma:

#### BARRERAS TÉCNICAS:

- Distancia.
- Fallas mecánicas.
- Mal funcionamiento eléctrico.
- Retrasos.
- Interferencias física (iluminación, vibraciones, ruido).

#### BARRERAS SEMÁNTICAS:

- Interpretación de las palabras.

- Decodificación de los gestos.
- Traducción de los idiomas.
- Significado de símbolos y signos.
- Significados directos.

**BARRERAS HUMANAS:**

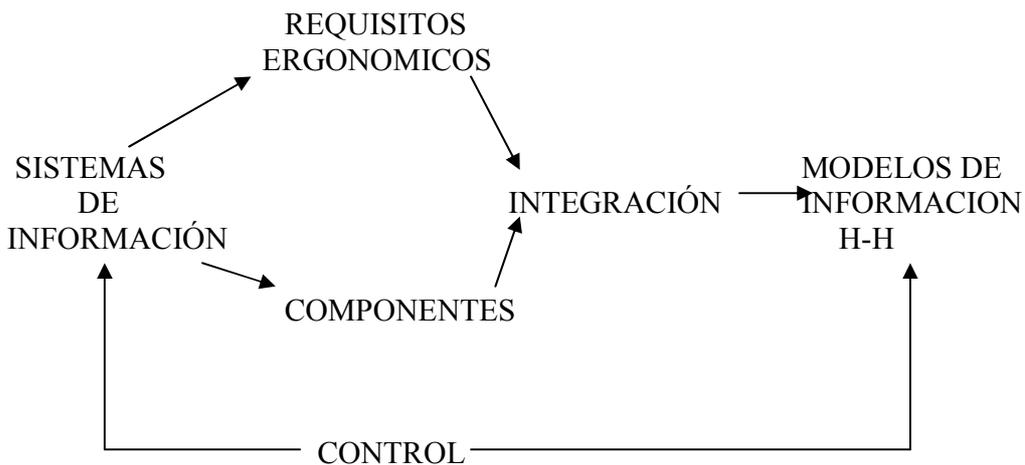
- Variaciones conceptuales.
- Diferencias de susceptibilidad.
- Variaciones de personalidad.
- Discrepancias de competencia.

**3.2.1 COMUNICACIÓN HOMBRE-HOMBRE.**

La comunicación como resultado importante de los sistemas de información en las empresas y en los procesos se incrementa a medida que se incrementa la mecanización de estos. La precisión y la evaluación directa de determinadas acciones en el trabajo supera muchas veces la capacidad del operador, debido a la duplicidad o multiplicidad de la información a la que se expone al medio productivo.

A medida que el individuo se apropia del concepto de seguridad y comunidad en el trabajo, el trabajador y el observador trata de alejarse del objeto lo cual implica que toda información sobre el proceso, el operario la obtenga a través de mecanismos manejados a distancia.

Sin embargo en la comunicación, en la retroalimentación HOMBRE-HOMBRE esta sujeta a características y funcionamiento dependiendo del medio, tipo de información, formas y presentación e integración de la información. formas y presentación e integración de la información.



**SIGNIFICADO:** El análisis psicológico de la actividad del operador esta en función de la realidad de los modelos informativos que le obligan a tener sistemas de evaluación, una

conceptualización y una idea general del tiempo, espacio y de la interacción del individuo y el mundo exterior lo que impone exigencias con respecto a su velocidad y precisión de la actuación.

### **PRINCIPIO DE ENTRENAMIENTO.**

Aunque el concepto “entrenar “ esta referido a un cambio de conducta general, se puede decir que merece una atención especial en el terreno productivo debido a que el individuo necesita una revaloración permanente.

Como elemento de la actividad humana para un proceso, partido de lo general a lo especializado dando lugar a una información básica cuyo carácter primordial es humano y socializante, del cual la empresa hace, aun cuando el individuo haya recibido este tratamiento (formación) a través de otros medios.

Este entrenamiento (formación) puede ser individual o grupal y requiere medios y métodos, todo esto se basa en programas de entrenamiento determinados en función de las necesidades.

Debe considerarse: objetivos y el alcance, periodo de duración y los medios de cómo llevar a cabo dicha actividad así como el control y evaluación del mismo.

### **APLICACIÓN DEL PRINCIPIO.**

Para aplicar este principio es necesario considerar:

- La observación de actuaciones (para determinar la necesidad)
- La entrevista personal (a fin de conocer nuevas necesidades de entrenamiento)
- El análisis de tareas (para señalar puntos que requieran reforzarse).
- Evaluación de rendimiento (para determinar errores y considerar medidas)
- Revisión de planes y programas de entrenamiento (para determinar demandas de adiestramiento, verificado y actualizado modificando el contenido).
- 

### **INFORMACIÓN Y SUS TIPOS.**

La información es considerada como tal donde la introducción de la imprenta y sobre todo con la aparición de las publicaciones periódicas, la información fue esencialmente escrita. En el siglo XX la información es considerada visual.

Se puede decir entonces, que la información es una reseña dada por los medios de comunicación, donde esta también puede ser verbal.

### **3.2.2 COMUNICACIÓN HOMBRE-MAQUINA**

El sistema hombre-maquina es una dualidad para toda la vida, que con sus orígenes en los albores de la humanidad ha ido evolucionando a la par que la historia del trabajo.

Es herramienta , inerte prolongación de la mano de obra del hombre en primer momento, maquina-herramienta con fuerza propia cuando el ingenio aplicado al trabajo desarrolla la maquina de vapor, en una maquina con vida propia prolongación de la inteligencia programada ya con capacidad de elección ante operaciones distintas en el momento actual y tal vez en un futuro próximo independiente.

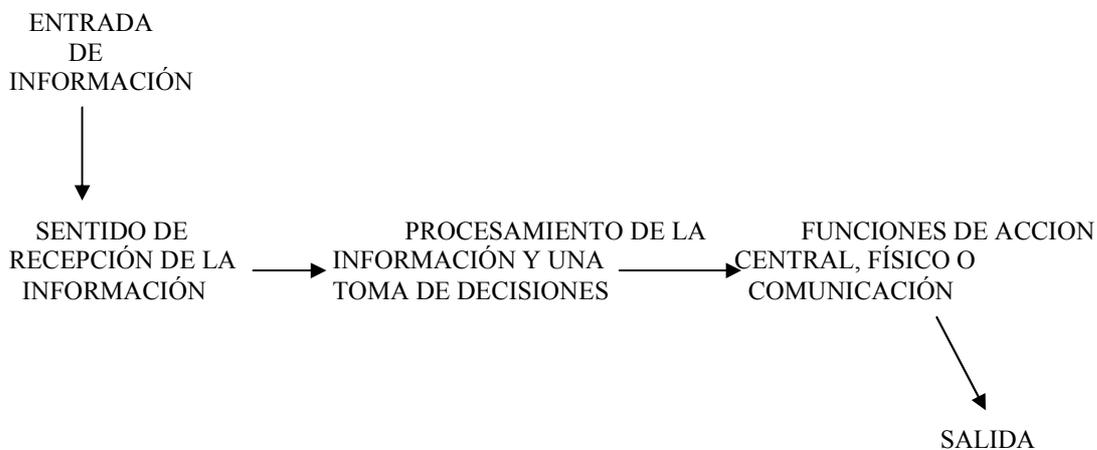
En este momento persistirá la concepción del trabajo como “el dialogo entre un hombre y una maquina combinando a los dos como un único sistema cuyas interrelaciones, y comunicación son el objeto de estudio de la **ERGONOMÍA**”. Aunque este dialogo se realizo distanciando tanto en el tiempo como en el espacio, los dos comparten el modelo.

Un sistema es un conjunto distribuido por elementos , por las relaciones de estos elementos entre si y por la relación de los atributos entre si, cada sistema puede estar constituido por subsistemas que pueden ser internos o externos, mayores o menores, y el sistema siempre va a tener algún propósito u objetivo.

Para que un sistema cumpla sus propósitos, funcionales-operacionales- necesitan ser realizadas por el individuo o por un componente físico y la ejecución de cualquier función operacional, a su vez, acarrea típicamente una combinación de cuatro funciones básicas o mas que son:

- Sentido (información que se recibe)
- Almacenaje de la información
- Proceso informativo y decisión
- Funciones de acción.

## ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN



\* **Sentido. (Recepción de la información).** Parte de la información que entra en un sistema procede del exterior, del mismo, aunque también es posible que alguna información se origine dentro del mismo sistema. Esta información puede ser debida a la naturaleza de la retroalimentación o bien puede ser información almacenada en el mismo sistema. El sentido si es percibido por un ser humano, y lo será a través de uno de los sentidos, (visión, tacto, audición, etc.). El sentido en una maquina, es en algunos casos, simplemente un sustituto de la misma función sensitiva que tiene el hombre.

\* **Almacenaje de la información.** Para los seres humanos el almacenamiento de la información es sinónimo de memoria de lo aprendido. La información puede ser almacenada de muy diversas maneras en componentes físicos, y en forma codificada o simbólica.

\* **Procesamiento de la Información y Decisión.** El proceso informativo abarca varios tipos de operaciones realizadas con la información recibida (sentida) y la información almacenada. Cuando los seres humanos están implicados en el proceso informativo este mismo proceso simple o complejo da típicamente como resultado una decisión para actuar (o en algunos casos para no actuar). Cuando los componentes de una maquina mecanizada o automatizada los que la utilizan, su proceso informativo tiene que estar programado para conseguir que el componente responda a un modo predeterminado a cada posible entrada (input).

\* **Función de Acción.** Son las acciones u operaciones que resultan de las decisiones tomadas. Se pueden dividir estas acciones en dos clases:

- Algún tipo de acción de control físico o de proceso, como la activación de ciertos mecanismos de control.
- Una acción de comunicación, ya sea por la voz, por señales, grabaciones u otros métodos.

\* **Entradas y salidas.** Otras características esenciales de los sistemas hombre-maquina son sus entradas(input) y salidas (output). La entrada de un sistema son los ingredientes necesarios para lograr el resultado deseado. La entrada de un sistema son los ingredientes necesarios para lograr el resultado deseado. La entrada puede constar de objetos físicos, materiales, etc., puede ser información o una energía.

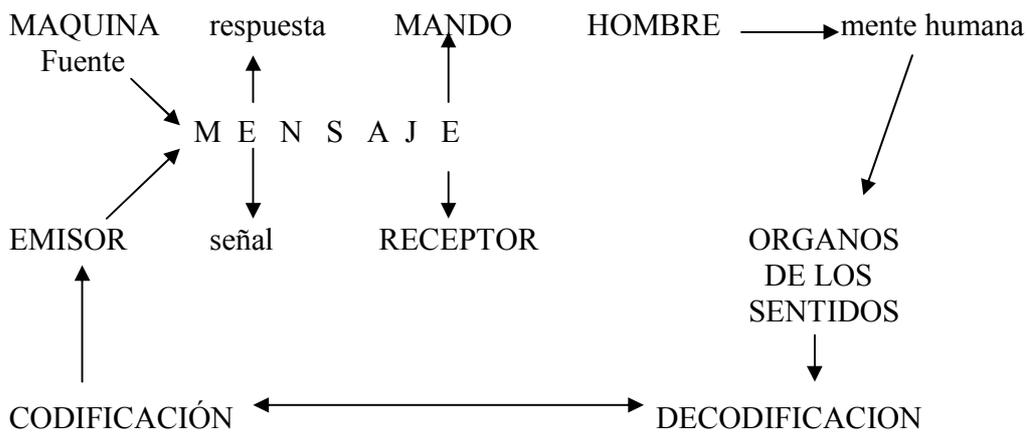
La salida es por supuesto, el resultado de la consecuencia del sistema como puede ser el producto, un cambio en el, una comunicación transmitida o un servicio prestado.

Cuando un sistema lleva varios componentes la salida de un componente sirve como entrada a otro.

El sistema hombre-maquina es aquel en el que al menos, uno de los elementos es un hombre que trabaja, el sistema puede ser un hombre, una maquina, varios hombres, varias maquinas y el estudio de las relaciones entre ellos. El estudio de la información y control que genera el sistema hombre-maquina y que lo regula es lo que constituye la esencia de la ergonomía.

Las metodologías de estudio de los sistemas hombre-maquina son: la observación directa, observaciones instantáneas, encuestas, estudios de tiempos y movimientos, check-list, etc.

El modelo clásico de Schanon es la base para los estudios sobre los sistemas de información y control en la relación hombre-maquina y nos lleva al conocimiento del dialogo entre ellos.



En la evaluación histórica del trabajo, se ha llegado a un punto de desarrollo tecnológico que obliga al hombre a la manipulación de elementos de mando sobre la base de una gran cantidad de información recibida en poco tiempo y con necesidad de decisión de la que va a depender la seguridad no solo del operador sino de las instalaciones, y aun mas, de una gran cantidad de personal.

Podemos clasificar el sistema hombre-maquina en sistemas manuales, sistemas mecánicos y sistemas automáticos.

- **SISTEMAS MANUALES:** como su nombre lo indica, la relación se establece a través de las herramientas manuales y otras ayudas que suman al operador humano que controla la operación, utilizando su propia energía física como fuente energética. El operador transmite y recibe de su herramienta una gran cantidad de información, actúa generalmente de acuerdo con su velocidad y puede explotar su habilidad para actuar con un sistema de alta variedad.
- **SISTEMA MECANICO:** también llamados semiautomáticos, se componen de partes físicas bien integradas, como los diferentes tipos de herramientas mecánicas, previamente diseñadas para realizar sus funciones, la energía puede ser proporcionada por la maquina y la función de operador es esencialmente la de controlar a través de sus mecanismos o aparatos modificadores. El diagrama de flujo de los sistemas mecanizados se representa de acuerdo con el siguiente esquema.

El operador recibe la información sobre el estado del sistema por medio de indicadores (displays), realiza esencialmente un proceso de información y una función de decisión y lleva a cabo esas decisiones empleando aparatos de control.

El operador humano esta representado como un enlace de transmisión y proceso de elaboración de datos, organismos insertado entre indicadores mecánicos o electrónicos y los controles o mandos de una maquina, sin embargo algunos sistemas mecánicos, la información sobre la situación del sistema esta captada directamente.

- **SISTEMAS AUTOMÁTICOS:** cuando un sistema esta completamente automatizado realiza todas las funciones operacionales incluyendo el sentido, el proceso de elaboración de la información y la toma de decisión y acción. Un sistema tal necesita estar completamente programado para poder tomar medidas en caso de que se presente contingencias.

La siguiente tabla representa algunos sistemas de maquinas clasificados según el modo de operación y la naturaleza física de sus componentes y ensamblaje.

| <b>Clase de sistema y modo de operación</b>                   | <b>Componentes</b>             | <b>Ensamble entre componentes</b> | <b>Ejemplos</b>   |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|---|
| <b>1.Sistema manual</b><br>Operador directo flexible          | Herramientas o ayudas manuales | Un operador humano                | Cocinar mas utensilios, artesano mas herramientas, constante mas amplificador |
| <b>2.Sistema mecánico</b><br>Operador controlado e inflexible |                                |                                   |   |

## LA INFORMACIÓN Y SU PROCESAMIENTO

Un sistema hombre maquina implica relaciones reciprocas entre el hombre y la maquina.

El proceso de la información y de mando es: la señal de funcionamiento proporciona la información concerniente a la evaluación del funcionamiento de la maquina, el operador registra visualmente esta información (percepción), debe comprenderla y evaluarla correctamente (interpretación).

La comunicación entre el hombre y la maquina es un aspecto de su actitud en la retroalimentación del sistema hombre-maquina y conlleva a enfatizar el evidente estado de la maquina. La comunicación entre la maquina y el operario lógicamente se realiza mediante el tablero que es diseñado en consideración al trabajador y el trabajo que realiza.

El tablero se elige de acuerdo al uso de la información y producida por este.

Existen algunos criterios de selección:

- Velocidad de lectura
- Precisión
- Sensibilidad
- Requerimientos antropométricos del operario

## TABLEROS Y SUS TIPOS

Un tablero puede funcionar de acuerdo a uno de los cinco sentidos: visión, audición, tacto, gusto y olfato; sin embargo los mas empleados en forma general son los VISUALES Y AUDITIVOS.

### TABLEROS AUDITIVOS

Los tableros auditivos adquieren su valor cuando la actividad preponderante es apoyar al sistema visual que se encuentra sobrecargado o bien cuando el operario necesita en cualquier momento información del proceso o la maquina.

Por lo anteriormente, se considera que los tableros auditivos se usan generalmente como mecanismos de precaución o para advertir el estado de la maquina. Se puede decir que los tableros son apropiados para los siguientes usos:

- Cuando el mensaje requiere respuesta inmediata.
- Cuando el sistema visual esta sobrecargado
- Cuando se presenta un mensaje independientemente de la postura de la cabeza del operario
- Cuando la visión es limitada.

### TABLEROS DIGITALES

Un tablero digital es el mecanismo mediante el cual se registran el estado real de la maquina en un indicador, información que el trabajador interpreta, ejemplo de estos tableros: reloj digital, luz de advertencia, luz de encendido o apagado entre otros.

En los tableros digitales mecánicos, los números están impresos en un disco giratorio y pueden representar algunos inconvenientes en la forma de cambiar los números y en el diseño de los números, ya que pueden causar confusión.

Los tableros digitales electrónicos, producen los números por medio de su iluminación que genera a su vez y esto permite leerlo en la oscuridad, este tipo de tablero permite la adaptación de la computadora.

Peter y Adams (1957) proponen un modelo para determinar el tamaño optimo de caracteres en función de la distancia de visión, importancia de numero y el nivel de iluminación ambiental.

$$H = 0.0022 D + K1 + K2$$

H = Altura de las letras en pulgadas

D = Distancia de visión en pulgadas

K1 = Factor de corrección para las condiciones de visión

K2 = Factor de corrección para importancia del numero

Valores de K1 para diferentes variables:

0.6 para alta iluminación; condición favorable para la lectura

0.16 para alta iluminación; condición desfavorable para lectura

0.26 para baja iluminación; condición desfavorable para la lectura

valores de K2 para diferentes variables:

0.75 si el numero es muy importante

## TABLEROS ANALÓGICOS

Son aquellos en el que la información es interpretada por el operador, en un indicador o mediante otra indicación análoga de estado real de la maquina. Los tableros analógicos o digitales, se usan para diferentes tipos de lectura:

- Lecturas Cuantitativas: se realizan cuando se lea el estado de la maquina en términos numéricos (ejemplos, velocidad, tiempo, etc).
- Lecturas Cualitativas: en estas lecturas se infiere la calidad del estado de la maquina ya sea tibia, fría o mas caliente que la temperatura exacta. También existen tableros cualitativos gráficos los cuales muestran el estado de la maquina mediante un presentación grafica; partes de estos tableros gráficos pueden tener codificación de color y/o indicadores de iluminación que proporcionan la información requerida en el proceso o para la actividad; en los tableros auditivos cualitativos, el código se hace normalmente en termino de sonidos con tono de diferente intensidad para diferenciar sus cualidades.

En el diseño de tableros visuales directamente esta involucrada la codificación del color, para lo cual las investigaciones reflejan que son necesarios los diez colores para diferenciar los elementos estereotipos del sistema.

## TABLEROS VISUALES

Son apropiados para:

- a) Presentar información en ambiente ruidoso
- b) Presentar un mensaje que es largo y complicado
- c) Cuando un mensaje debe volver a consultarse, este produce un registro permanente.
- d) Para apoyar el sistema auditivo que se encuentra sobrecargado.
- e) Cuando se da un mensaje que no requiere respuesta inmediata.

## **DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE INDICADORES**

Definición: es un incremento que utiliza un método para ofrecer información indirectamente, tanto en una forma reproducida como codificada, se utilizan en función de la precisión y velocidad con las que se requiera recibir información.

Clasificación: los indicadores pueden clasificarse en dinámicos y estáticos. Los indicadores dinámicos son los que cambian continuamente o están sujetos a través del tiempo (indicadores de precisión, temperatura, altura, velocidad, etc.). los indicadores estáticos en cambio, son los que permanecen inalterables en el tiempo, como son las señales, tablas, graficas, etiquetas y otras varias formas de material impreso o escrito.

#### TIPOS DE INFORMACIÓN PRESENTADA POR LOS INDICADORES.

Los principales tipos de información ofrecidos por los indicadores son los descritos a continuación. Aunque la mayoría de los indicadores hay que considerarlos dentro de las categorías específicas, no existe una verdadera correlación, pues algunos indicadores presentan dos o mas tipos de información o porque el usuario emplea la información representada tan solo para ciertos propósitos.

#### FUNCIONES

- a) Información Cuantitativa: comprende aquellas formas de indicadores en las que se refleja un valor cuantitativo de alguna variable, como la temperatura o la velocidad. Aunque en la mayoría de los casos la variable es dinámica, parte de esta información puede ser estática (como la presentada en los monogramas y las tablas).
- b) Información Cualitativa: engloba los indicadores que reflejan un valor aproximado, tendencia, frecuencia de cambio, dirección de cambio u otro aspecto de la variable cambiante. Esta información se suele pronosticar en un parámetro cuantitativo, pero lo que representa se usa mas como una indicación de cambio en el parámetro, que para la mera obtención de un valor cuantitativo propiamente dicho.
- c) Información del Estado: contienen los indicadores que reflejan la condición o estado de un sistema, tales como los indicadores de parada-marcha, indicadores de un numero limitado de posibilidades (parada-precaución-libre) y las indicaciones de otra clase de condiciones, como un canal de TV.
- d) Información de Alarma y Señal: indicador utilizado señalar emergencias o condiciones de inseguridad o bien la presencia de algún objeto o condición (valizas o faros en la navegación). La información representada en este grupo puede ser estática o dinámica.
- e) Información Figurativa: representaciones pictóricas o graficas de objetos, áreas u otras configuraciones. Algunas pueden presentar imágenes dinámicas (como la TV o el cine) y otras ofrecen representaciones simbólicas (como los latidos del corazón revelados por un osciloscopio o las señales de un tubo de rayos catódicos). Otras pueden representar información estática ( como fotografías, mapas, cartas diagramas, copias de todas clases y las representaciones graficas por medio de líneas y puntos).
- f) Información de Identificación: comprende los indicadores empleados para identificar alguna condición (generalmente estática), una situación o un objeto, como son las que detectan peligros, las filas de tráfico o los colores de tuberías

empleados según un código. La identificación se realiza generalmente por forma codificada.

- g) Información Alfabético-Numérica y Simbólica: incluye indicadores en forma verbal, numérica o codificada en muchas formas, como son las señales, las etiquetas, los carteles, las instrucciones, las notas musicales, el material impreso y escrito a máquina (incluyendo braille) así como los impresos de computadora. Esta información es generalmente estática, pero en ciertas circunstancias puede ser dinámica, como en el caso de los letreros de noticias en un edificio, representado por luces móviles.
- h) Información de Fase: contenidas por los indicadores de señales pulsadas o de fase, por ejemplo, señales controladas por periodos de duración e intervalos, y de sus combinaciones (código morse y luces intermitentes). Los tipos de indicadores que serian preferibles para proporcionar ciertos tipos de información están virtualmente condicionados por la misma naturaleza de la información en cuestión. Ahora bien, para presentar la mayoría de las informaciones siempre cabe cierta elección en los tipos de indicadores, e indudablemente en las características de las mismas.

## **INDICADORES VISUALES**

Las capacidades especialmente la capacidad visual y la discriminación del color tienen una relación directa con el diseño de indicadores, en particular con la capacidad para detectar estímulos pertinentes y para discriminar entre variaciones de los mismos (como las posiciones de los indicadores de los diales o de las letras diferentes). Pero podemos sentir muchos más de lo que podemos comprender y recordar. El significado de los que vemos en las asociaciones pertinentes (como prender el alfabeto o la forma de las señales de la carretera). Por esta razón el diseño correcto de los diversos tipos de indicadores visuales tienen que estar basados en los indicadores perceptivos y aprendizaje, así como en la capacidad específica visual del ser humano.

## **DIRECTRICES GENERALES PARA DISEÑAR REPRESENTACIONES VISUALES**

Aunque no es posible dar una norma para resolver cada problema de diseño, hay ciertas directrices o principios generales que es posible seguir en muchas situaciones. A continuación se dan unas cuantas, junto con unas notas de advertencia cuando ciertas circunstancias justifiquen algunas desviaciones. Estas directrices se refieren a gran parte a los indicadores mas usados comúnmente.

## **CRITERIOS DE DISEÑO PARA INDICADORES VISUALES**

**Escalas cuantitativas:** Es preferibles que sean digitales o de ventana abierta si los valores permanecen el tiempo suficiente para ser leídos.

- a) Por lo general son preferibles los diseños de escala fija o con indicadores móviles a los diseños de escala móvil y con indicador fijo.

- b) En largas escalas, una escala móvil, con cinta detrás del panel o un contador dentro de una escala circular, son más ventajosos que una escala fija.
- c) Para valores sujetos a un cambio continuo, representétese solo a la mayor parte de lo que concierne a la gama ( al igual que con escala circular u horizontal )
- d) Sise han de ofrecer dos o más de dos puntos de información relacionada, tener en cuenta un indicador integrado.
- e) La unidad más pequeña de la escala que tiene que ser leída debería representarse a una escala de 0.05 pulgadas o más
- f) Es preferible utilizar un marcador para cada unidad de escala a menos que la escala deba ser muy pequeña.
- g) Emplear el sistema de progresión convencional de 1,2,3,4,,5, etc. A menos que halla alguna razón para hacerlo de otro modo, con marcadores de 0,10,20, etc.

**Lectura Cualitativas:** es preferible utilizar una escala fija con indicador móvil, para mostrar las tendencias.

- a) Para grupos, utilizar escalas circulares y disponer sistemáticamente las posiciones nulas para facilitar la exploración visual, como en las posiciones de las 9 hrs o de las 12 hrs.
- b) Es preferible emplear indicadores extendidos y eventualmente líneas extendidas entre escalas.
- c) Indicadores de estado: si los datos básicos representan categorías distintas e independientes o si básicamente se usan siempre los datos cuantitativos en términos de estas categorías.

## **CONTROLES.**

Es el mecanismo mediante el cual se le atribuyen funciones de activación, información y ajuste a un sistema mecánico.

El uso de controles es determinante en el desarrollo de las tareas del operario, por lo que se infiere que es necesario analizar muchos factores antes de diseñar un sistema de control eficaz que considere tanto las habilidades y conducta del operario, como el grado de precisión, fuerza y manipulación entre otros.

En un primer acercamiento a este análisis si las habilidades del operario no se ajustan a los requerimientos del sistema, se deban considerar distintos tipos de sistema de control.

### **TIPOS DE CONTROL**

Mc Cormick, para establecer diferencias en los controles, clasifica las funciones de estos en la siguiente forma:

- **FUNCIONES DISCRETAS**
- **FUNCIONES CONTINUAS**

**DISCRETAS:** Son aquellas que hacen que la maquina altere discretamente su estado, dentro de estas se pueden mencionar:

- Activación (encendido y apagado de la máquina).
- Entrada de datos (para introducir un número ó letra).
- Ajuste (para cambiar estados específicos de la máquina).

**CONTINUAS:** Son funciones que ordenan una actividad a la maquina por medio de ajustes continuos; en este grupo se señalan.

- Ajuste cuantitativo (consiste en ajustar el sistema de la máquina a un valor en particular, ejemplo: cambio de velocidad en una máquina )
- Control continuo ( alterar constantemente el estado de la máquina )

Por su activación se pueden clasificar en:

- Controles manuales.
- Controles de pie.

La natural preferencia de los controles parece ser que orienta a los controles manuales, independientemente de que en términos de velocidad de respuesta, el tiempo de reacción simple del pie es del 15 % mayor que el de la mano. Así mismo, la creencia de que los movimientos del pie son menos exactos que los de la mano.

**Dentro de los controles manuales se mencionan:**

- Perillas
- Manivelas
- Botones de Presión
- Volantes
- palancas

**En el grupo de controles de pie:**

- pedales.

**DISEÑO DE CONTROLES.**

Para el diseño de controles se dan algunas recomendaciones generales:

1. En un sistema de control, las funciones importantes no deben ejecutarse simultáneamente con pies y manos.
2. la mayor parte de actividad de control debe realizarse con las manos.
3. los controles utilizados por el pie solo deben ser cuando el operador esta sentado.

4. para controles de pie no existe evidencia que indique una optima posición del punto de apoyo.
5. un pedal debe regresar a la posición neutral al liberar presión.

## USO DE CONTROLES.

El manejo de los controles requiere de optimas localizaciones, así como de prioridades especificas del propio sistema, lo que incluye a los factores más importantes en el diseño.

- **RETROALIMENTACIÓN:** Es información que recibe el operario tanto del ambiente como de su propio cuerpo.
- **TAMAÑO:** Esta relacionado con las dimensiones de las extremidades del operario que lo usará.
- **PESO:** El peso adquiere relevancia cuando la inercia es lo suficientemente grande para causar resistencia.
- **TEXTURA DE CONTROL:** Generalmente la acción de control depende en gran medida del tiempo de contacto de la extremidad del operario con el sistema, es decir, que la acción del control depende de la permanencia de la extremidad del operario con éste por lo que las superficies que deben asirse con firmeza o se tallen contra el cuerpo deben estar libres de propiedades abrasivas.
- **CODIFICACIÓN:** Es un aspecto de distinción tanto visual como de contacto, para reducir el grado de fallas es la identificación y resaltar las partes de la máquina. La codificación puede realizarse de acuerdo a los siguientes criterios según sea el caso:
  - *Por forma:* cuando la presión manual es ejercida sin guantes.
  - *Textura:* cuando existe la habilidad de distinguir.
  - *Tamaño:* es una buena opción para el efecto visual o táctil.
  - *Color:* en el control el color es de poco valor por que no se hace una tarea visual, sin embargo, la antropometría del alcance del individuo si es importante.

## TIPOS DE CONTROLES RELACIONADOS CON LAS FUNCIONES.

Ciertas funciones de control pueden realizarse con mayor efectividad mediante algunos tipos de controles que con otros. La tabla 3 presenta una lista de algunos más comunes anotando las funciones de control para las que cada tipo parece hincado, alguno de estos tipos de controles aparecen ilustrados en la figura 15 junto con las funciones de control, para las que puedan emplearse.

Aunque un tipo general pueden considerarse más apropiado para una función determinada, la utilidad especifica de una variable particular de este tipo para una aplicación especifica, puede resultar influida por características tales (si es que son

importantes) como identificación, situación, tamaño, control-indicadores, resistencia, retraso, retroceso, media de operación y distancia de movimiento.

### 3.3 POSTURAS

La postura es el mantenimiento de los segmentos del cuerpo en el espacio. El campo de las posturas se limita por: Las medidas antropométricas y la zona de trabajo como un elemento volumétrico no lineal y sobre todo cambiante encontrando zonas cómodas, zonas óptimas y zonas forzadas dependientes de las distancias que el trabajador debe realizar en su actividad. La postura es un elemento primordial en la actividad humana.

#### 3.3.1 TIPOS DE POSTURAS

Generalmente para Equipo o instalaciones que deben adaptarse a una amplia variedad de individuos, se debe diseñar para ajustarse como son sillas mesas escritorios asientos de vehículos palanca de velocidad y soportes de herramientas se pueden ajustar a una población entre el percentil 5 de mujeres y el percentil 95 de hombres, considerando que en todos estos diseños sus usos pueden tener la disposición para las posturas de pie o sentado.

#### CONDICIONAMIENTOS INTERNOS

Medidas corporales.  
Movilidad particular.  
Edad.  
Peso.  
Experiencia.  
Conocimientos.  
Disminución de la aptitud.

#### CONDICIONAMIENTOS EXTERNOS

Límites del puesto de trabajo.  
Peso y cargas a desplazar.  
Máquinas a manejar.  
Tarea.  
Condicionamientos físicos.  
Calor-frío.  
Humedad.  
Ruido.  
Condiciones ambientales.

Las posturas no es solo el mantenerse de pie o sentado si no el reflejo de la actividad mental que ordena a los segmentos del cuerpo su ubicación de acuerdo a su actividad.

La actividad humana no es estática sino dinámica. La postura es un medio de expresión y comunicación interpersonal.

Una postura dada puede ser considerada como el efecto de la actividad matriz anterior y como el punto de la partida de una nueva actividad matriz.

#### 3.3.2. ASPECTOS MUSCULARES Y CONDUCTUALES DE LAS POSTURAS.

1. Observación (exigencias del trabajo y repercusión de este)
2. Medidas.

3. Entrevistas con operarios.

Observación.

1. Descripción del ciclo de trabajo.

Meticulosidad de trabajo: Ciclos  
turnos  
Como se emplean los órganos  
sensoriales.

Emplazamiento y dimensiones de elementos en el trabajo:

- a) Obstáculos en el trabajo.
- b) Condicionamientos del ambiente (reflejos, constantes, etc.)
- c) Aplicación de fuerzas.
- d) Naturaleza del esfuerzo.
- e) Mantenimiento del esfuerzo.

Medidas.

- a) Espacio de trabajo
  - b) Soportes biológicos
  - c) Medidas de ritmos y tiempos
  - d) Costo electro-fisiológico
- Edad  
Patología  
Antropometría

De acuerdo a la relación energía – eficiencia en las posturas que se adoptan esto se estudia que relación al corte- metabólico.

Fatiga es el resultado del trabajo cardio-bascular y las posturas adoptadas.

Algunas ventajas de las posturas de trabajo de pie:

- 1. Alcanzar es mejor en postura de pie que sentado.
- 2. El peso del cuerpo puede ser usado para ejercer fuerza.
- 3. Los trabajadores de pie requieren menos espacio que los trabajadores sentados.
- 4. Las piernas son muy efectivas para amortiguar la vibración.
- 5. Los discos lumbares se presionan menos (Maucheron 1966).
- 6. Estando de pie se puede mantener plena actividad muscular y no requiere atención (Hellebrant 1938).
- 7. La fuerza de los músculos del tronco es dos veces más grande de pie que semiparado o sentado.

### 3.3.3 CONDICIONES ANTROPOMETRICAS

Problemas de diseño típico se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Deben determinarse las dimensiones críticas del cuerpo para el diseño; es decir, la altura sentado derecho y la altura de ojo, sentado.
- b) La población a la que se refiera el diseño debe definirse: adultos, hombre y mujeres.
- c) Seleccionar un principio de diseño y el porcentaje de la población admitida: diseño para extremos y adecuado para 95 % de la población. El principio clave es permitir que mujeres del percentil 5 sentadas atrás de un hombre de percentil 95 tengan una línea de visión libre
- d) Los valores antropométricos deben encontrarse en una tabla de investigación de medidas corporales, debe mostrar que la altura del ojo de mujeres del percentil 5 es de 26.5 pulg (67.5 cm) así para que la mujer baja vea por encima de un hombre alto es necesario elevar 11.5 pulg (29.2 cm) cada fila, que es una elevación muy grande y quizá cause una pendiente pronunciada. Entonces casi siempre se alternan los lugares y disminuye de esta manera la mitad de la elevación

### **3.4 FATIGA.**

#### **3.4.1 GENERALIDADES.**

La fatiga normal o fisiológica, implica un deterioro pasajero de una parte del organismo, pero es enteramente reversible con el reposo. Esta señal constituye un aviso de alerta para el organismo que percibe así sus límites.

Este es el primer nivel de fatiga, implica normalmente la puesta en acción de una función protectora autorreguladora. Para el músculo, esta función está asegurada por el reposo; para el cerebro el reposo no constituye inactividad pero significa el abandono de su rol de pensamiento y del comportamiento consistente y voluntario; el sujeto cae en un estado de imaginación vaga y después en la somnolencia.

Si a pesar de estos síntomas de advertencia el organismo mantiene su actividad muscular sensorial o mental, la fatiga deja de ser reversible para transformarse en crónica, el mantenimiento de la actividad se efectúa por el esfuerzo creciente de la voluntad del individuo.

La fatiga crónica da lugar a la fatiga patológica, el exceso de fatiga conduce, a una desestabilización de las funciones reguladas e integradoras de la región del hipotálamo, lo que se traduce en graves perturbaciones orgánicas, físicas o psicosomáticas. Asfemia (pérdida de la fuerza) física y mental (dificultades de coordinación, pérdida de la memoria), modificaciones de carácter (angustia, melancolía, crisis nerviosas, etc.) perturbaciones del sueño, malestares orgánicos (células gástricas, dolores de cabeza, infarto al miocardio).

Se puede intuir que es difícil distinguir la fatiga física de la fatiga mental. Algunos expertos como Schmidtke y Leplat, creen que esta distinción depende más de la sintomatología, es decir, de las manifestaciones de estos fenómenos en el individuo que de los fenómenos mismos.

Finalmente se puede decir que son dos procesos diferentes en cuanto a sus manifestaciones pero en cuanto a sus naturaleza.

La distinción es entonces operacional considerando la fatiga física a las de los músculos y del sistema cardiovascular, y fatiga mental a la provocada por las manifestaciones funcionales del SNC.

### **3.4.2 FATIGA MUSCULAR.**

Los factores que contribuyen a la fatiga muscular son:

1. Trabajo físico en exceso, que resulta en la culminación de productos tóxicos.
2. Desnutrición, lo que conlleva un aporte insuficiente de glucosa y por lo tanto de ATP.
3. Trastornos cardiovasculares que afecten la entrega de nutrientes a los músculos y la extracción de productos de desecho de ellos.
4. Trastornos respiratorios que limitan el aporte de oxígeno y de tal modo, generan incremento de la falta de oxígeno.

### **CARGA DE TRABAJO.**

La carga de trabajo depende directamente de los factores característicos de la tarea y de los factores exteriores a ella, dentro de estos se consideran:

Factores individuales o socioculturales:

- Edad.
- Capacidad psicomotora.
- Herencias socioculturales.
- Nivel de instrucción.
- Formación profesional.
- Aprendizaje.
- Experiencia.

Factores Ambientales:

- Ruido.
- Ambiente Térmico.
- Contaminación (entre otros).

El trabajo mental se puede definir como el tratamiento de la información.

La carga mental comprende los siguiente factores:

- Alto nivel de vigilancia.
- Toma de decisiones.
- Aislamiento.

- Monotonía (entre otros).

## FATIGA.

Es el efecto de la realización de esfuerzos en la ejecución de un trabajo.

Se distinguen los tipos de fatiga:

- Fatiga Muscular: Es el efecto del trabajo sobre el músculo.
- Fatiga Nerviosa: Es el efecto del trabajo sobre el músculo o bien es la carga de órganos sensoriales, esto puede ser por el ambiente: los ojos, los oídos, se fatigan en ciertas condiciones de luminosidad o sonoras.

### 3.4.3 FATIGA MENTAL.

La carga demasiado alta a lugar a fatiga que presenta en alteraciones fisiológicas. Muy común entre gerentes, políticos, doctores, supervisores, etc. Algunas razones:

- Demasiado trabajo, creciente acumulo de trabajos por terminar, quizá el jefe desee que todos sus subordinados tengan la misma capacidad que tiene el mismo.
- Carencia de standars de lo que debe ser una cantidad razonable de trabajo diario.
- Tares demasiado difíciles.
- Cambios demasiado frecuentes de las actividades: muy común entre los supervisores y doctores (quienes deben de empezar desde cero con cada nueve paciente, quizá aún preocupados por el anterior).
- Demasiadas responsabilidades secundarias: con frecuencia puede ser muy útil la delegación de funciones.
- Duda con respecto a la utilidad del trabajo en relación con el esfuerzo.
- Sentimiento de inferioridad en competencia para una promoción o mantener la posición.
- Preocupaciones económicas.

Estos y otros factores, además de ser psicológicamente negativos, pueden tener efectos adversos para la salud tales como la hipertensión arterial, úlceras pépticas, y quizá trombosis coronaria.

Factores adicionales pueden ser el exceso en las comidas y bebidas y la falta de ejercicio físico.

### CARGA DEMASIADO BAJA.

Esto también es muy común en la industria moderna, por ejemplo, en algunas tareas de supervisión en fabricas automatizadas. Resultados, tedio y disminución de vigilancia, puede remediarse con el establecimiento de más actividades en el trabajo.

Investigaciones sociológicas han demostrado que algunas combinaciones, por ejemplo ciclos de tiempo muy fraccionados y supervisados (como algunos trabajos en serie) provocan más actitudes negativas que otros trabajos. También e ha demostrado que existe una relación significativa entre tales trabajos y más actitudes negativas en otras actividades de la vida, fuera de la situación de trabajo.

Sin entrar en todos los aspectos de la democracia industrial y otras doctrinas sociales, podemos afirmar que una importante tarea ergonómica para el futuro, consistirá en aplicar a las empresas los resultados de tales investigaciones en los sistemas de adiestramiento y de pago, expansión del trabajo, grupos de autogobierno, etc.

El problema hasta ahora es que las directrices y los datos fidedignos que podrían ser directamente aplicados por el ingeniero o el técnico en planificación son muy escasos.

### **3.4.4 EDAD Y TRABAJO.**

Es importante considerar los aspectos de la edad para determinados trabajos, por principio la edad laboral esta comprendida desde los 18 hasta lo 55 o 60 años aunque no podemos dejar de lado el conocimiento que se tiene de los trabajadores de menor edad a los 18 años en trabajos pesados, ello se debe a un desconocimiento total de la liquidación laboral y ello no va aunado a las necesidades económicas de la población.

Todos tenemos algunas esperanzas básicas relativas a nuestro trabajo, tales como:

- Protección contra accidentes, enfermedades e incomodidad considerable.
- Pago razonable.
- Protección contra efectos de incapacidad, desempleo y vejez

Justo a estas, existe un gran número de necesidades que tiene más que ver con las diversiones, la realización de nuestra capacidad y la conservación de nuestra dignidad. El grado en que estos propósitos se cumplan o no, determina por supuesto, hasta que límite nuestro trabajo nos gusta o no. La siguiente lista ofrece algunos ejemplos parcialmente redundantes:

1. El trabajo deberá ser interesante y hasta cierto punto creativo; deberá dejar algún lugar para lo inesperado (no ser aburrido exento de acontecimientos notables y rígidamente programado).
2. El trabajo debe permitir el uso razonable de mil habilidades (no ser tan rutinario).
3. Deberá ofrecer posibilidades para el adelanto progresivo y las pruebas del éxito no deberán ser demasiado raras.
4. Las oportunidades para comunicarse con mis colegas, no deberán ser obstaculizadas por el ruido o la soledad.
5. Mi tiempo libre, no deberá ser inutilizado por viajes demasiado largos al y del trabajo, o por cambios de horario mal ajustados o por hechos similares.

6. Deberé tener conocimiento razonable de lo que significa mi trabajo dentro de las actividades de la empresa.
7. Los reglamentos y sistema de pagos no deberán dar la impresión de esclavitud o indignidad.
8. No deberé tener la impresión de que la supervisión es excesiva o bien de que casi no existe.
9. Deberé tener posibilidades de adaptar mis propias condiciones de trabajo.
10. Debo ser capaz de aceptar las metas y políticas generales de la empresa.
11. En caso contrario deberé tener la oportunidad de influir en dichas metas y políticas en el sentido que me parezca más favorable.
12. Deberé tener el sentimiento de un buen rato, sin ninguna envidia hacia mis colegas.
13. Me gustaría ser visto por la empresa como un ser humano con objetivos propios (y no solo como un instrumento de producción).
14. Mi trabajo deberá ser respetable socialmente.
15. La empresa deberá ser respetable socialmente.
16. Realizaré una actividad que sea razonable y útil a la sociedad.
17. Deberé tener oportunidades de progresar.
18. Deberé tener oportunidades de aumentar mis conocimientos profesionales y de perfeccionamiento.
19. Deberé tener oportunidades de aumentar mis conocimientos generales, como por ejemplo, adiestramiento amplio y continuo para evitar una especialización demasiado limitada (en caso de desempleo) es cada vez más importante.
20. Deberé tener oportunidad de reducir gradualmente mis actividades excesivas cuando me aproxime a la edad del retiro.

Esta lista es la de un hombre común pero en conjunto, nos da la idea de los problemas que hay que abordar en un estudio sociológico y socio-psicológico. El incumplimiento de estas expectativas, da como resultado la frustración, la cual puede dar como resultado reacciones de excitación o depresión o bien alineación.

Muchas leyes y reglamentos se aplican a las condiciones de trabajo de menores de 18 años de edad. La mayoría de estas leyes están basadas en condiciones sociales y en el deseo de salvaguardar a los jóvenes de los peligros y del esfuerzo excesivo. Se dan por supuesto, algunas consideraciones ergonómicas y medicas importantes: las medidas corporales más pequeñas, la fuerza y la capacidad menores para el trabajo pesado, la mayor vulnerabilidad del esqueleto en ciertas posturas incómodas, etc.

Los problemas de los individuos en la edad media y en la vejez son más difíciles de resolver. Todas las capacidades tanto mentales como fisiológicas se ven disminuidas a cierta edad, en algunos trabajos estas disminuciones atraen consecuencias prácticas entre los 40 y 50 años de edad. Debe considerarse que existen variaciones con respecto a los distintos trabajos y actividades, así como variaciones individuales.

Con el mayor desarrollo industrial y la tecnología más avanzada, los problemas de la edad han disminuido, en muchos casos parece aumentar.

En los países con una población trabajadora de edad madura ( lo que sucede en muchos países europeos), los problemas de la edad son los más importantes en el mercado del trabajo.

### **3.4.5 EDAD Y DESTREZA.**

Un principio primordial deber ser el de que cada persona, tenga la oportunidad independientemente de su sexo, edad, etc. De desempeñar un trabajo para el cual sea apta, esto quiere decir lo siguiente:

1. Las leyes laborales deben ser formuladas de tal manera que se eviten interpretaciones discriminatorias por el sexo o edad, porque las leyes actuales frecuentemente contribuyen a situaciones de oportunidades de trabajo y salario desiguales.

2. Los exámenes preocupacionales deben estar basados en la evaluación de las capacidades e intereses personales.

3. Deben superarse algunos prejuicios que todavía existen en el mercado del trabajo, sin embargo, hay ciertas capacidades e intereses personales.

3. Deben superarse algunos prejuicios que todavía existen en el mercado del trabajo, sin embargo hay ciertas medidas de sexo y edad que tienen que ser consideradas y estas son especialmente importantes en el *diseño de las tareas*.

Conviene revisar las bases ergonómicas y las medidas que fundamentalmente debidamente el hecho de que las mujeres sean excluidas de algunos trabajos. Ciertas investigaciones muestran que el ausentismo es más alto entre mujeres; pero otras investigaciones no han mostrado tal diferencia cuando se comparan los mismos puestos de trabajo ocupados tanto por hombre que por mujeres en iguales condiciones de salario.

### **ALGUNAS DIFERENCIAS ERGONÓMICAS DEBIDAS AL SEXO.**

1. Las medidas corporales menores de la mujer deben tomarse en consideración al diseñar algunos sitios de trabajo.

2. En promedio, las mujeres tienen 60-70% de la fuerza muscular y de la capacidad para el trabajo pesado en comparación con los hombres de la misma edad. Por supuesto que esta diferencia solo importa en algunos tipos de trabajo. También hacerse con cuidado la interpolación de estas cifras.

2. El daltonismo o ceguera a los colores es muy raro entre las mujeres (menos de 1/2%), pero se encuentra en casi el 10% de los hombres.

### **ALGUNAS SOLUCIONES.**

1. Aplicación de la ergonomía en el diseño del trabajo: deben tomarse en cuenta las capacidades de los individuos de edad media y los ancianos (ver lección específica de este tema).

2. Exámenes de salud y entrevista periódicas para poder descubrir en sus primeras etapas las incapacidades y los problemas de adaptación de trabajo.

3. Sistema adecuado para encontrar ocupaciones más propicias para la gente de edad más avanzada, cuando así se requiera.

4. Problemas de reentrenamiento vocacional en los que se empleen los principios modernos para la educación de adultos.

5. Pensiones de retiro flexibles; inclusión de los factores sociales en las consideraciones para las pensiones de retiro.

No debe perderse de vista que el adiestramiento y la rehabilitación de las personas incapacitadas por razones médicas o de otra índole, puede mejorarse sustancialmente; en ocasiones, aplicando a esos casos medidas o criterios ergonómicos; por ejemplo el diseño del trabajo, etc.

### **CUESTIONARIO**

1. Explica tres requerimientos físicos del lugar de trabajo
2. Menciona los requerimientos sociales
3. ¿Qué es la territorialidad?
4. Explique tres mecanismos de control en el ambiente laboral
5. Esquematiza y explica el flujo de la comunicación
6. ¿Qué tipos de barreras en la comunicación existen?

7. Explica los tipos de comunicación en el ambiente laboral
8. ¿Qué es un indicador?

## **UNIDAD IV**

### **MEDICION DEL TRABAJO**

**Objetivo: Establecer la relación ergonómica hombre-actividad mediante el parámetro del tiempo como elemento fundamental de medir la cantidad de trabajo.**

## **IV. MEDICION DEL TRABAJO.**

### **INTRODUCCIÓN.**

La ocupación humana esta catalogada por sus características inherentes (responsabilidad, habilidad, experiencia, conocimientos, finalidad, importancia, seguridad, duración, dificultad, entre otras), y es necesario unirla a la actividad intrínseca del puesto de trabajo, con lo que se puede determinar las causas del mal funcionamiento del sistema hombre-actividad.

El hablar de la relación hombre-actividad, implica analizar todos los factores que de alguna manera afectan la realidad físico- humana, para evitar la fatiga que reduce la eficiencia, y puede ser causa de accidentes laborales.

El trabajo.- Se define como la actividad, transformadora que el hombre desarrolla para utilizar los recursos del medio, en las satisfacción de las necesidades, sin embargo, también se considera que el trabajo es la resultante de una serie de factores que se indican en la dinámica de producir, adquirir o vender algo en la elaboración de procesos y métodos mediante la relación hombre-maquina y la asignación de funciones que culminan con la actividad específica denominada tarea.

El análisis científico del trabajo considera relevantemente el concepto de que el contenido del trabajo es un conjunto de elementos, vínculos y relaciones que forman la actividad racional adecuadas del hombre, que esta formada por dos factores principales:

- EL FACTOR TÉCNICO-ORGANIZATIVO.
- EL FACTOR SOCIO-ECONÓMICO.

El factor técnico-organizativo, permite el enriquecimiento de la tarea del perfeccionamiento permanente de los planes y medios de trabajo, mientras que el factor socio-económico, conlleva la relación entre la actividad del trabajador y el trabajo de todo el grupo, en función de las relaciones económicas y sociales de la comunidad, por lo tanto se puede decir que los factores citados; en conjunto; determinan una dialéctica productiva en las relaciones en donde se encuentran vínculos de las funciones laborales y realización participativa de los componentes de trabajo.

### **4.1 OBJETIVOS DE LA MEDICION DEL TRABAJO.**

**En la actualidad, no es factible desarrollar un modelo matemático y practico para abordar el problema de la medición del trabajo, ya que esto implica analizar una complejidad que comprende variables que no son medibles; William Gomberg “TIME STUDY” señala 4 factores que hacen variar el rendimiento del operatorio y se mencionan los factores:**

- Físicos o mecánicos.
- Fisiológicos.
- Psicológicos.
- Sociológicos.

Los que dan como resultado un sistema de causas de oportunidad variable, que no puede ser medido por un periodo prolongado.

Por lo anterior se dice, que la medición del trabajo tiene como objetivo, determinar el tiempo que interviene un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definitiva, efectuándola, según las normas de ejecución preestablecidas. Por cualquiera de sus técnicas el estudio de tiempos con cronómetro, muestras de trabajo, datos estándar, fórmulas de tiempo y sistemas de tiempo predeterminados.

#### USO DE LA MEDICION DEL TRABAJO.

- Compara la afectividad de varios métodos de igualdad de condiciones, el mejor es el que consume menos tiempo.
- Distribuir el trabajo entre los equipos, con ayuda de diagramas de actividades múltiples, a fin de dar a cada quien una tarea que se lleve más o menos el mismo tiempo.
- Determinar por medio de diagramas hombre-máquina, cuantas máquinas puede atender un operador, o cuantos operadores son necesarios para atender una máquina o grupo de máquinas.
- Obtener información para basar los programas de producción, y así poder planear y controlar la misma.
- Obtener información para basar los presupuestos de oferta.
- Fijar normas sobre la utilización de la maquinaria y de la mano de obra directa.
- Obtener información para poder restablecer un sistema de incentivos.
- Obtener información que permita controlar los costos de mano de obra directa, fijar y mantener costos regulares.

## 4.2 SISTEMAS PARA LA MEDICION.

### COMENTARIOS DE SUS CARACTERÍSTICAS Y OBJETIVOS.

Concepto de tiempo estándar.- Es la unidad de tiempo que debe efectuarse una operación determinada.

Para estructura el tiempo estándar se requiere:

- El tiempo neto o selecto de la operación normal.
- Los factores o elementos periódicos que requiere la operación.

- Los aspectos físicos y humanos que afectan el ritmo de la actividad teniendo que incrementar el tiempo neto.

En el sistema administrativo, el tiempo estándar, sirve para determinar el costo de la mano de obra a su mejor nivel; para medir su actuación del elemento humano que desarrolla la operación; para medir la capacidad de desarrollo.

#### PRINCIPALES TÉCNICAS DE MEDICION DEL TRABAJO.

1°. **La más rudimentaria**, todavía hoy en día utilizada en talleres con procesos tradicionales, se emplea la toma del tiempo, se registra la hora de inicio de producción y el fin de turno, así como la producción generada.

2°. **El más popular**, “estudio de tiempos” con cronómetro para las mediciones físicas, es la técnica mas practica, precisa y económica por el grado de experiencia que el analista requiere.

#### MATERIAL NECESARIO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS.

- Cronómetro con capacidad normal de 30 minutos con carátula en centésimas de minuto (fracción mínima) por vuelta.
- Tablero para sujetar las hojas de estudio y apoyar el cronómetro.

#### ANÁLISIS Y DESGLOSE DE LA OPERACIÓN PARA EL “ESTUDIO DE MOVIMIENTOS”.

Un vez definida la operación por analizar, seguir los siguientes pasos:

1. Conseguir y registrar toda la información posible sobre la operación, los materiales, el equipo y facilidades, las condiciones existentes que influyen en la ejecución de la operación, el nombre y categoría del operario; máquina y herramientas con sus características, tipo y dimensiones del material utilizado y clave o código del producto a elaborarse.
2. Desglosar la operación en elementos consistentes aprovechando: tiempo, máquina, cambios de esfuerzo y pausas naturales.
3. Medir el tiempo de la operación, se recomienda para su estudio convencional medir por lo menos 10 ciclos, eliminando los tiempos por elemento que se disparen del promedio de las dimensiones, para finalmente promediar las mediciones obteniendo el tiempo selecto
4. Durante las mediciones, es menester juzgar el ritmo o afectividad “normal” con que se desarrolla su tarea, con objeto de calificar la actuación y determinar el tiempo normal.

5. Determinar según las condiciones físicas y ambientales de la operación, el porcentaje justo de las concesiones por necesidades personales, suplementarias o alguna interferencia normal o elementos no repetitivos.
6. Finalmente obtener el tiempo estándar de la operación y su capacidad de volumen por unidad de tiempo (piezas por hora).

### **4.3 TURNOS DE TRABAJO.**

En Francia en 1830 un obrero trabajó 72\ semana, en Suiza, la 1° ley que organizó las horas del trabajo apareció en 1877, estipuló 640 hrs\semana 11hrs\ día de lunes a viernes y sábado 10 hrs.

En 1914 se designaron 48 hrs\semana

En 1960 el número de hrs se redujo a 44 hrs\semana

En 1850 en E.U se trabajaban 70 hrs\semana

Actualmente en casi todos los países las hrs de trabajo son de 40 hrs semana, y los trabajadores de oficina en promedio 350 hrs a la semana.

Es imposible aducir una razón médica o fisiológica general sobre los beneficios de la reducción del tiempo de trabajo del orden por ejemplo de 35 a 45 hrs a la semana. Sin duda alguna la tendencia en muchos países en la reducción, esta fundada sobre razones sociales fundamentalmente. Muchos estudios han demostrado que la reducción en el tiempo de trabajo diario da como resultado un aumento en el rendimiento por horas, a excepción, por supuesto, de los casos en los que interviene la mecanización.

Los estudios realizados por el ministerio del trabajo de los EU, en varias industrias, demostraron que la transición de 6 días de trabajo a 5 días de semana, aumento el rendimiento del trabajo en un promedio del 10%. De cualquier modo hubo una reducción en el rendimiento semanal debido a la disminución de horas de trabajo de 48 hrs a la semana.

Se demostró que muchas horas de trabajo (55 a 65 hrs), están relacionadas con un ausentismo considerable. Lo que esto significa en el caso de todas aquellas personas que actualmente tienen dos trabajos, no ha sido tomada en consideración.

Existen algunos estudios que demuestran que en trabajos intensos 8 hrs al día por 5 días a la semana son suficientes.

El trabajo de noche es necesario para muchas funciones de la sociedad, por ejemplo: atención médica, comunicaciones, estaciones de electricidad, policía. Cada vez son más comunes en algunas partes de la industria, los procesos continuos y la utilización de instalaciones costosas.

Trastorno del ritmo biológico diario (24hrs): la actividad rítmica ha sido descubierta en muchas funciones del organismo por ejemplo: la temperatura del cuerpo, excreción renal de agua y sales, funciones del hígado, actividades hormonales.

Puede haber un intervalo de varios días en el cambio de tales ritmos cuando una persona cambia de trabajo de uno de día a uno de noche.

Desventajas sociales: Las dificultades para dormir durante el día debido al ruido; el aislamiento de la vida familiar y actividades sociales. (No hay muchas sociedades diseñadas para trabajadores nocturnos).

Los trabajadores de 2 turnos muy rara vez tienen problemas médicos notables. Lo mismo parece ser para personas con trabajo continuo de noche aunque su aislamiento social puede ser considerable.

Los trabajadores de 3 turnos: En Escandinavia se encontró que el 20% de los trabajadores no tienen problemas notables, otro 20% tienen síntomas graves y definitivamente son incapaces de trabajar 3 turnos. El 60% restante tiene distintos grados de síntomas, por ejemplo:

- Falta de sueño, en particular después de un turno de noche.
- Gastritis y úlceras gástricas.
- Diferentes trastornos nerviosos.

## PAUSAS.

En general, el tiempo disponible para el descanso y la manera como distribuye este tiempo, es más importante que las variaciones ligeras en la duración del tiempo del trabajo. Estas pausas de descanso son necesarias en todos los trabajos, aunque algunos son automáticas como en los periodos de espera.

Las pausas se clasifican en cuatro periodos:

- Periodos espontáneos. Los que el obrero toma por su propia iniciativa dentro del tiempo de trabajo.
- Periodos disfrazados. Cuando se da el cambio de un trabajo por menos fatigoso.
- Periodos ligados a la naturaleza del trabajo. En todo el trabajo hay interrupciones normales en el proceso de trabajo.
- Periodos oficiales. Periodos de reposo organizados por la administración según la dificultad.

Es imposible definir cualquier regla general sobre el tiempo que debe ser tomado de duración total del trabajo para esas pausas. Sin embargo, las siguientes cifras pueden darnos una idea sobre sus proporciones.

Trabajos con mucho esfuerzo físico y psíquico. ....por lo menos 5%

Trabajos medianamente pesados en fabricas, obras de construcción y similares .....por lo menos 10%

trabajos pesados (silvicultura y en algunos trabajos de la construcción) .....por lo menos 20%

Trabajos muy pesados o en intenso calor.....por lo menos 40 O 50% ( o más)

En casi la mayoría de los trabajos muy pesados (trabajos en intenso calor en hornos abiertos), se ha visto cerca del 75%, de la duración del trabajo total, es utilizado en la recuperación; parte de este tiempo se utilizo en tareas sedentarias en medio de un ambiente templado.

En trabajos pesados y de intenso calor existen algunas posibilidades para llegar a una evaluación razonable, objetiva de la necesidad de las pautas de descanso, con la ayuda de investigaciones fisiológicas. Sin embargo, tales estudios son bastantes costosos y necesitan mucho tiempo.

#### DESCANSOS.

1. El trabajador prefiere tener la posibilidad de decidir él mismo cuando desea una pausa para descansar cuando él cree que lo necesite.
2. por supuesto, al tener una pausa determinada por todo el mismo tiempo, puede tener un valor social, Sin embargo algunas veces, puede ser más conveniente desde el punto de vista de la recuperación, tener trabajadores de repuesto quienes entran en acción cuando una persona necesita un descanso para recuperación o cualquier otra razón.
3. En trabajos muy pesados o de intenso calor, generalmente son mejores las pausas cortas frecuentes que las pausas largas menos frecuentes.
4. En trabajos muy pesados con frecuencia es útil trabajar en periodos muy cortos (quiza de menos de medio minuto) interrumpidos por micropausas (de una duración de unos cuantos segundos hasta medio minuto). De este modo, el trabajo anaerobio puede ser evitado. Lo mismo es cierto para el trabajo estático excesivo y para el trabajo muy intenso con pequeños músculos.
5. Las actividades intensas o continuas de inspeccion, son difíciles de ejerser por mas de 30 minutos seguidos.
6. En muchas actividades mentales y operacionales especializadas, existe un cierto periodo de adaptación después de cada pausa. Por supuesto, es

mejor tener pausas mas largas menos seguidas que pausas mas cortas frecuentemente.

7. Es muy conveniente tomar una comida suficientes antes del trabajo en particular para personas con síntomas gástricos. Esto puede también contribuir a la disminución de accidentes en las primeras horas de trabajo (esto ha sido totalmente comprobado).
8. El tiempo para la comida en la mitad de duración del trabajo debera ser por lo menos de 45 minutos.
9. Para algunas personas de edad y para personas con enfermedades de espalda o del corazón, una interrupción de 1.5 a 2 horas puede ser necesaria si ellas deben continuar trabajando en una actividad totalmente ocupacional.
10. En particular para trabajos muy pesados, algunas interrupciones cortas para tomar bocadillos, son muy convenientes, además de la interrupción para la comida a la mitad de la duración de trabajo. Por supuesto, las interrupciones para té o café, pueden ser convenientes (inclusive para la producción) en muchos trabajos tediosos.

Para calcular el tiempo de pausa necesario según el consumo energético requerido durante el trabajo es:

**Duración del reposo = ( nivel de gasto / 4 ) -1**

-La duración del reposo está expresada en proporción a la duración del trabajo.

-El nivel del consumo, expresado en Kcal./min., que comprende el gasto de fondo es:

**(1.1 Kcal. / min.)**

Ejemplo: si a un trabajo le corresponde un gasto de 7.1 Kcal. / min.

**La duración del reposo: ( (7.1 / 4) -1) =0.78=80%**

Después de un hora de trabajo:

**Duración del reposo = ( (60x80) /100)=48 min.**

**( (48x60) / (48+60) )=26 min. En una hora**

**Periodo de trabajo = 60-26=34 min. De trabajo en una hora.**

#### **4.4 CARGAS DE TRABAJO.**

##### **TRABAJO FÍSICO**

El trabajo es calificado como estático cuando la contracción del músculo es continua y se mantiene durante cierto tiempo. Así, por

ejemplo, cuando el cuerpo debe mantener una cierta postura, o mas aun cuando una carga debe ser sostenida, cierto número de músculos son exigidos de forma estática.

El trabajo es calificado como dinámico cuando hay sucesión de tensiones y relajamientos del o de los músculos activos: marcha a pie, accionamiento de una manivela, de un volante, etc.

La energía necesaria para la contracción del músculo tiene por origen una serie de reacciones químicas que son principalmente:

- Una transformación sin oxígeno del glucógeno en reserva en el músculo (glicosis anaerobia). Esta última reacción es limitada, puesto que las reservas del músculo son limitadas.

Los dos elementos indispensables en todo el trabajo muscular, la glucosa y el oxígeno, son aportados a los músculos por la sangre. Por otra parte, los residuos de la reacción de oxidación de la glucosa en el momento de trabajo muscular deben ser evacuados del músculo. La sangre es la que juega dicho control. En el trabajo muscular, la irrigación sanguínea de los músculos aumenta, lo que hace a través de un acrecentamiento de la frecuencia cardíaca. La capacidad de irrigación sanguínea de los músculos es finalmente la que fija un límite a la producción del trabajo muscular.

Cuando el músculo realiza un trabajo dinámico, la sucesión de contradicciones y de relajamientos obra la manera de una bomba sobre la circulación sanguínea, que se encuentra acelerada. El músculo está bien irrigado, el oxígeno y la glucosa son entregados regularmente al músculo, y los desechos son evacuados a medida que se producen.

Por el contrario, en el trabajo estático se rompe el equilibrio. Los vasos son comprimidos por la contracción continua del músculo, y el aporte de sangre y, como consecuencia, de la glucosa y oxígeno es reducido, no siendo evacuados los residuos. Si la contracción es relativamente intensa y debe ser mantenida durante mucho tiempo, el músculo debe apelar a sus reservas y recurrir a las reacciones auxiliares aumento del ritmo respiratorio y de la frecuencia cardíaca para acrecentar la tensión arterial y luchar contra la presión muscular.

Al cabo de cierto tiempo aparece la fatiga muscular, que se traduce en una disminución de la fuerza muscular, luego en un dolor y, finalmente en un temblor del músculo.

La comprensión de los vasos es tanto mas importante cuando el trabajo demandado al músculo es mayor, es decir que la contracción muscular estática puede ser mantenida tanto menos tiempo cuanto mayor sea el esfuerzo demandado. Así, por ejemplo, si un trabajador hace un esfuerzo (soporta un peso) con el brazo extendido podrá mantener un esfuerzo tanto menos tiempo cuanto

mayor sea el peso a soportar. Se admite generalmente que cuanto mayor sea la fuerza a ejercer no soporta el 20% de la fuerza máxima de un músculo, la contracción puede ser mantenida durante un tiempo prolongado.

Cuando la fuerza a ejercer supera este 20% disminuye rápidamente el tiempo al cabo del cual aparece el agotamiento. Así un músculo no puede ejercer una fuerza igual al 30% de su fuerza máxima más de 4 minutos, cuando el esfuerzo requerido es cercano al 50% de la fuerza máxima, el agotamiento local al cabo de un minuto.

Esto significa que cuanto más importante es el esfuerzo estático más numerosos y largos deben ser los periodos de reposo. En efecto, el periodo de recuperación es tanto más largo cuando más intenso ha sido el esfuerzo.

Estos periodos de reposo son igualmente necesarios en caso de un esfuerzo dinámico importante. Se tendrá ocasión de volver sobre este punto más adelante, cuando se aborde el problema de las normas.

En la práctica, la frontera entre el trabajo estático y trabajo dinámico no siempre es fácil de percibir; así, El trabajo dinámico puede tomar un carácter estático cuando debe ser efectuado lentamente o cuando los intervalos de trabajo dinámico son tan cortos que no permiten a los vasos capilares llenarse de sangre.

## **TRABAJO LIGERO**

Durante el trabajo manual, el obrero frecuentemente necesita de un espacio para colocar sus herramientas, materiales de diferentes tipos. La altura conveniente para este trabajo es de 10-15 cm, debajo del nivel de los codos.

## **TRABAJO PESADO**

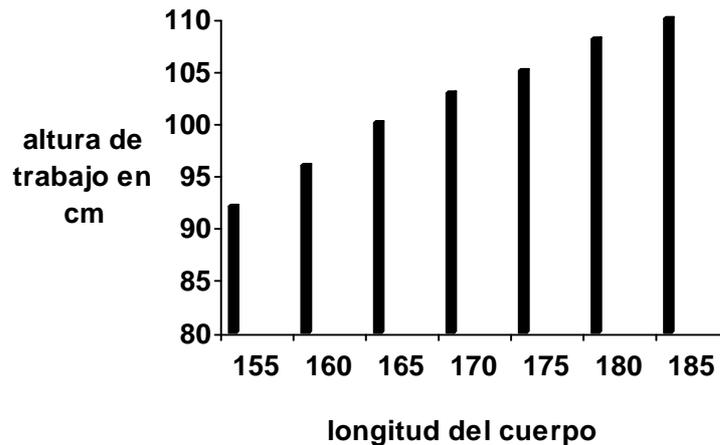
Para el trabajo de pie, se necesita de esfuerzos firmes que implican el peso de la parte superior del cuerpo (ejemplo: aserrar madera y el ensamble de piezas pesadas) la altura del campo de trabajo deberá ser más bajo, es decir de 15-30 cm debajo del nivel de los codos.

Grndjean observo que las dimensiones ya recomendadas de altura sirven de guía general para la gran mayoría de personas. Estas dimensiones no toman en consideración las variables individuales. Para una persona pequeña, hace falta una reposa – pies para trabajar bien. Por el contrario, las personas grandes deberán de encorvarse para hacer el trabajo, esto puede causar la fatiga y algunos dolores musculares de la espalda.

## **TABLA DE TRABAJO AJUSTABLE**

Ergonómicamente hablando, es preferible poder ajustar el nivel del plano de trabajo para contener el trabajo individual de cada

trabajador. En la practica, si la compañía no puede utilizar las tablas de trabajo ajustables por razones económicas u otras, el plano de trabajo deberá convenir a los operarios mas grandes y a los mas pequeños proporcionar algunos tabulares para hacer el trabajo. El profesor Grandjean da las recomendaciones siguientes para la altura de una mesa de trabajo.



**Altura del plano de trabajo para un trabajo ligero de acuerdo al tamaño del sujeto Trabajo de pie**  
De E. Grandjean Fitting task to the man, 1980.

| TIPOS DE TRABAJO  | HOMBRES    | MUJERES   |
|---|------------|-----------|
| Con apoyo de codos  | 100-110 cm | 95-105 cm |
| Trabajo de posición y con piezas pequeñas                   | 90-95 cm   | 95-90 cm  |
| Trabajo que desarrolla algunos esfuerzos(levantar, empujar) |            |           |

Altura de una mesa de trabajo en centímetros, para un trabajo de pie.

#### SEDENTARIO MOVIMIENTOS DE MATERIALES

El tipo ordinario en una mesa simple utilizada para leer y escribir. En general, la espalda de la persona esta un poco inclinada hacia delante con uno de los brazos reposados de la tabla. Para relajar la espalda, la distancia

entre la superficie del asiento y la superficie del plano de trabajo y superficie de oficina deberán ser de 27-30 cm. La experiencia ya hecha por Grandjean con algunas sillas ajustables demuestra que la mayoría de los empleados de oficina seleccionan una distancia de 27-30 cm entre la superficie de asiento y la superficie de la mesa.

Grandjean comprobó que el empleado busca en primer lugar el confort de su espalda. Por esta razón, hizo ajustes en la altura del asiento lo que lo hace confortable. Es más práctico que seleccionar una altura de mesa que convenga al grupo de personas altas. Luego, las personas pequeñas tendrían que utilizar una especie de soporte para levantar el nivel de asiento.

Estas dimensiones son recomendadas ocurriendo que la altura de las sillas sea ajustable para las personas pequeñas. Es muy importante que la mesa de trabajo permita movimientos libres de pies.

En la siguiente tabla, Hettinger y al (1976), dan las alturas de las mesas en cm para un trabajo sentado (para personas de tamaño mediano). Observar que los valores de la tabla son conforme a los datos por Grandjean (1980).

| <b>TIPOS DE TRABAJO</b>  | <b>HOMBRES</b>   | <b>MUJERES</b>   |
|--|------------------|------------------|
| <b>Trabajo de precisión distancia de visión correcta</b>                       | <b>90-110 cm</b> | <b>80-100 cm</b> |
| <b>Trabajo de escritorio y de lectura</b>                                      | <b>74-78 cm</b>  | <b>70-74 cm</b>  |
| <b>Trabajo de dactilografía o trabajo manual exigente de algunos esfuerzos</b> | <b>68 cm</b>     | <b>65 cm</b>     |

#### **MOVIMIENTO – LEVANTAMIENTO DE MATERIALES O DESALOJO.**

Cada vez que un trabajador toma un elemento de trabajo en sus manos, se pierde tiempo y energía. Debe analizar sus operaciones de trabajo y ver si cada operación de manipulación se halla realmente justificada. Si no es así, encontrar la manera de eliminarla.

Es evidente que la cantidad de operaciones de manipulación está estrechamente vinculada con la de las diferentes tareas del proceso de producción. También guarda relación con el orden en la maquinaria y los puestos de trabajo están deseminados dentro del taller. Estas cuestiones forman parte de la organización de la producción, la disposición general de su fábrica y el diseño de bastidores amovibles para diferentes elementos de trabajo. Así pueden utilizarse más plenamente la capacidad de bastidor y facilitar la manipulación.

El equipo debe poder desplazarse fácilmente hasta el lugar en que se necesita.

En las empresas puede verse a menudo que los trabajadores van y vuelven de sus lugares habituales de trabajo a un puesto provisional en el que, por ejemplo, se esta motando una instalación pesada o reparando una máquina. También puede faltarles un banco o una plataforma que sean adecuados para trabaja

Pueden lograrse grandes mejoras si comienzan a utilizarse carros para herramientas, vagonetas, carretillas de cilindros, puestos móviles de trabajo o incluso si se colocan algunas máquinas herramientas sobre ruedas.

## OPERACIONES DE LEVANTAMIENTO

No levantar cargas mas alto de lo necesario

**Las operaciones de levantamiento constituyen un motivo importantísimo de evitar accidentes, deterioro de bienes y costos improductivos. Por consiguiente, conviene evitar los levantamientos en la medida de lo posible. A veces vale la pena colocar un equipo (por ejemplo una sierra metálica) por debajo del suelo, para evitar el levantamiento de elementos pesados tales como, barras metálicas.**

Puede ahorrarse tiempo y esfuerzo utilizando plataformas o vehículos mas bajos, para no tener que levantar los objetos durante las operaciones de carga y descarga.

Al escoger los dispositivos para manipular materiales y los métodos de transporte manual, debe darse preferencia a los que requieran una elevación mínima de la carga. No es difícil y resulta muy provechoso diseñar y fabricar dispositivos especiales para manipular diferentes materiales pasados, como se ve mas abajo.

En el diseño de métodos manuales de transporte es necesario tener en cuenta que cuanto más alta este la carga, se utilizarán mas energía en el levantamiento y menos en el transporte propiamente dicho. La conclusión lógica es que para hacer mas eficiente el trabajo es necesario utilizar métodos que eleven la carga lo menos posible con respecto al nivel piso.

### **Desplace los materiales a la altura en que se trabaja.**

No siempre puede evitarse la necesidad de levantar objetos pesados. Con suma frecuencia hay que elevar cargas, para que se les pueda elaborar o montar. En estos casos hay tratar de que los materiales se desplacen a la altura en que se trabaja a través de todo el ciclo de producción. De este modo, se economiza el tiempo y la energía que se pierde al levantarlos o bajarlos.

**Una posibilidad consiste en instalar un sistema de transporte suspendido o colocado sobre el piso, que sea de una altura adecuada, en que las cargas pesadas se mueven en forma manual o por gravedad entre los puestos de trabajo. Otra solución**

**consiste en emplear plataformas móviles de trabajo. Las mercancías que se están fabricando se colocan en vagonetas diseñadas a tal efecto y se les desplaza a lo largo del sector de la producción. La altura correcta de la vagoneta y una parte superior que sea rotativa reemplaza en forma satisfactoria una plataforma fija de trabajo. Se la puede llevar hasta donde se encuentran diferentes máquinas o sectores de trabajo. Esto significa que las piezas no se desplazan hacia el producto, sino que este último se desplaza hacia las piezas.**

**En este sistema contribuye a :**

- mejorar la eficacia de la manipulación de los materiales**
- contar con una mayor flexibilidad en materiales de disposición y de salida de productos**
- disminuir los riesgos de accidentes.**

**El objetivo es un levantamiento mas eficaz y seguro de una carga pesada suspendida en el aire contribuye un peligro constante, es especial es un paqueño taller repleto de cosas. Siempre deberían preferirse los dispositivos de levantamiento apoyados en el piso que efectúen el mínimo necesario de elevación.**

**Las gruas y las montacargas elevados aumentan los peligros en el taller, y pueden originar accidentes graves.**

**Recordar que:**

- no debe usarse ninguna máquina elevadora, a menos que halla sido probada por un fabricante u otra persona competente y se halla obtenido un certificado que especifique la carga máxima de seguridad**
- la carga máxima de seguridad debe indicarse claramente en toso dispositivo de elevación**
- las máquinas elevadoras, cuerdas y demás elementos de levantamiento que requieren un mantenimiento adecuado e inspecciones periódicas**
- es importante consultar la legislación, los reglamentos o la inspeccion para obtener detalles de as normas de seguridad.**

**Además, mantenga siempre la carga a la menor altura posible.**

- a) Elevador de trinquete. Su funcionamiento es sencillo y es sumamente adaptable
- b) Elevador de cadena con un freno de carga automático
- c) Elevador electrico de adena con interruptor para la manipulación eficaz de cargas livianas.

**Acaba de mostrarse que desde los puntos de vista económico y social no se justifica que se tolere el levantamiento manual de las cargas pesadas. Deberia pensarse en los levantamientos manuales solo como un ultimo recurso, en los casos especiales en los que no es posible utilizar medios mecánicos.**

Al organizar el trabajo de levantamiento, recuerde que al iniciar y levantar el peso del cuerpo para levantar cargas desde el piso se auenta el desgaste de energias en un 50%, si se compara con un levantamiento de un peso desde una altura de 0.5 m.

## TRABAJO MENTAL

El método que se ha utilizado hasta ahora, consiste en observar de modo tan objetivo como sea posible un puesto de trabajo y medir y evaluar en forma relativamente precisa las diversas molestias de la carga física, no puede aplicarse de forma satisfactoria para la carga mental. En efecto los estudios conciernen a los efectos que tiene sobre el hombre, el medio ambiente y los distintos niveles de carga física existen desde hace ya un cierto número de años; ellos han posibilitado proponer valores para un cierto número de las condiciones de trabajo que permiten, establecer un diagnostico. Pero los estudios concernientes a la carga mental, son más raros y más resientes y no permiten extraer de ellos normas utilizables directamente.

Será necesario, entonces, precisar que se entiende por carga mental, porque el termino no puede inducir a confusión. La carga mental depende por una parte, de las exigencias de la tarea, y por otra, de las capacidades del que ejecuta la tarea. Es por esto, que los ergónomos, prefieren utilizar términos diferentes, según se trate de las características del trabajo mismo:

- Nivel de exigencia de la tarea o del grado de movilización del sujeto, de la porcion de su capacidad de trabajo que utiliza en la tarea: "carga de trabajo".

Es evidente que esta carga de trabajo depende no solo de los factores características de la tarea, sino de los factores externos a ella.

## POSICIÓN ESTÁTICA

Es casi imposible poner un indice estatico del nivel de carga mental correspondiente a una tarea dada, pero nos parece posible imaginar varios indicadores indirectos o parciales, pudiendo cada uno de los cuales caracterizar un aspecto de la carga mental.

Esos elementos son los siguientes:

- A premio del tiempo
- Complejidad-rapidez
- Atención

- Minuciosidad
- Alto nivel de vigilancia
- Toma de decisiones
- Aislamiento
- Monotonía

No existe método científico para medir estos diversos elementos; pero parecía que cierto número de características de una tarea permitiría apreciar la parte más o menos importante de cada uno de esos elementos de carga mental.

## POSTURA EN MOVIMIENTO

Para los trabajos repetitivos, el apremio de tiempo surge de la necesidad del trabajador de seguir una cadencia que le es impuesta, siendo las incitaciones y las restricciones para ellos más o menos fuertes.

Para los trabajos no repetitivos, este apremio puede resultar de la exigencia de lograr un cierto rendimiento o de la responsabilidad de retener la cadena o la máquina en caso de eventualizar los criterios utilizados son:

- El modo e remuneración
- El tiempo de entrar en ritmo
- El hecho de trabajar en cadena o no
- La eventualidad de retrasos a recuperar
- La existencia de pausas
- El hecho de tener la responsabilidad, en caso de necesidad; de retener la cadena o la máquina.

El tiempo necesario para entrar en ritmo, permite apreciar la carga expuesta al trabajador por el ritmo que le es asignado. En efecto, cuanto más largo es el tiempo para entrar en ritmo, el apremio y el esfuerzo son más importantes, no solamente en el período de adaptación sino también después de este período. El trabajador, puede lograr el desempeño que se le demanda, pero será al precio de una cierta fatiga.

El hecho de trabajar en cadena es también un factor de dependencia importante para el trabajador, sin embargo, es necesario ponderar esta afirmación como un dato que concierne al grado de flexibilidad de esta cadena; es decir que es inútil saber cuando, por cualquier razón, el trabajador ha acumulado cierta demora, debe recuperarla durante el curso de la cadena ( lo que significa que el trabajador debe acelerar su ritmo de trabajo) o durante la duración de los intervalos ( lo que disminuye su tiempo de reposo o incrementa su carga).

Las pausas son importantes a tomar en cuenta, porque constituyen un momento de reposo para el trabajador.

## COMPLEJIDAD – RAPIDEZ

Para indispensable ligar el factor de complejidad (dependiente del esfuerzo de memorización o de las elecciones a efectuar y de las decisiones a tomar) y el factor de velocidad, porque ambos no son independientes para evaluar el nivel de carga mental.

El segundo concierne a las elecciones concientes. Mas adelante se dara un ejemplo de un trabajador que efectúa cierto numero de puntos de soldadura en una carrocería, en diferentes lugares, según el tipo de vehículo.

Por último, según los puestos de trabajo, la carga puede provenir:

- De la rapidez de la ejecución de las operaciones
- Del esfuerzo de memorización

A fin de tener en cuenta simultáneamente esos diversos factores se han considerado dos criterios:

1° Este combina la duración de ciclo y el número de operaciones correspondientes por ciclo (para tener en cuenta a la vez el esfuerzo de memorización, de hacer elecciones rutinarias y la rapidez de la ejecución).

2° Combina la duración del ciclo y el numero de las elecciones concientes a efectuar en cada ciclo de trabajo.

## LA ATENCIÓN

La atención puede ser caracterizada por el esfuerzo necesario para canalizar sus estados de conciencia. Hay entonces una cierta movilización en el cual interviene el espacio y el tiempo. En efecto el esfuerzo de atención resulta por una parte, del nivel de concentración y de reflexión mas o menos intenso y por otra la continuidad de este esfuerzo.

En particular, cuanto mas breves sean los intervalos que separan los periodos de movilización e la conciencia, mas es la carga mental.

Es evidente que los periodos de movilización son mas fáciles de detectar para los trabajos simples y repetitivos que para trabajos intelectuales de creación o de elaboración, que no pueden ser contabilizados de la misma manera.

Para los trabajos que se estudian , el esfuerzo de movilización de la atención puede ser caracterizado por los siguientes criterios:

- Nivel de atención percibida ( intensidad de la atención)
- La continuidad de la atención
- La posibilidad de desviar la vista de trabajo

- La posibilidad de hablar durante el trabajo
- Los riesgos de accidentes corporales
- Los riesgos de deterioro del producto
- Los riesgos de deterioro del material

Además para los trabajos no repetitivos:

- El número de máquinas a vigilar, según el tipo de intervención
- El número de medio de señales por máquina y por hora
- La duración de las intervenciones por hora
- El número de intervenciones diferentes a efectuar

El nivel de atención es el grado de esfuerzo necesario para permanecer conciente y percibir las informaciones. Este esfuerzo esta en función del espacio sobre el cual debe prestar atención y de la diversidad de informaciones a percibir.

## MINUCIOSIDAD

La minuciosidad es de hecho una forma particular de atención, pero que solo se encuentra en las tareas en las que el trabajador debe manipular objetos muy pequeños u observar detalles muy exactos (ejecución de trabajos de precisión o detección de efectos poco perceptibles).

Los esfuerzos de precisión manual o de agudeza visual, que necesitan una movilización intensa de la conciencia pueden ser un factor importante en la carga mental.

En movimiento.

Existen operaciones y actividades aparentemente son sencillas, pero tienen cierto grado de dificultad al ejecutarlas por lo que se puede considerar que se requiere de cierto grado de concentración, atención y complejidad.

Ello implica mayor tiempo para el desarrollo y es muy difícil establecer los límites del trabajo físico, dinámico y mental. Sin embargo, se ha señalado que a través del procedimiento de la información se reciben estímulos para actuar o tomar alguna decisión del accionar o del movimiento.

## 4.5 RELACIÓN HOMBRE – MAQUINA, MEDIO AMBIENTE

Un sistema hombre- máquina implica relaciones recíprocas entre el hombre y la máquina.

En un sistema como este, un circuito cerrado, el hombre tiene evidentemente la posición clave, el poder de decisión le pertenece. El proceso de información y

de mando es en principio siguiente: la señal de funcionamiento proporciona la función concerniente a la evolución del funcionamiento de la máquina, el operador registra visualmente esta operación (percepción), debe comprenderla y evaluarla correctamente (interpretación). Sobre la base de esta interpretación y la luz de sus conocimientos, toma una decisión.

La fase siguiente consiste en comunicar esta decisión a la máquina utilizando los mandos. Una señal de control informa al operador el resultado de su acción (por ejemplo, la cantidad de agua que ha sido mezclada a los reactivos). La máquina prosigue entonces el proceso programado. Diversas características del proceso (tiempo, cantidad, etc.) se representan en los cuadros para informar al operador, complementando así el ciclo.

En un informe de la Organización Mundial de la Salud, Singleton hace observar que la máquina es muy rápida, precisa y potente, mientras que el hombre es lento y capaz solamente de esfuerzos moderados pero que posee cualidades de flexibilidad y de adaptación que no tiene la máquina. Combinando al hombre y la máquina se puede obtener un sistema más productivo a condición de utilizar sus cualidades respectivas en forma razonable.

Hasta fechas recientes el control de las máquinas no presentaba problemas importantes. Pero con el desarrollo de la electrónica, la apuesta a punto de mandos mas elaborados, y el incremento de la producción , torna la tarea del operador mas delicada y compleja.

## DISPOSICIÓN DEL INDIVIDUO

El elemento humano en los “sistemas hombre-máquina”, ha tomado una importancia creciente. En un avión, la rapidez del piloto, la reacción del mecánico pueden ser vitales. En la industria química, la vigilancia y la toma de decisión correcta son indispensables para evitar catástrofes. Sistemas tan sofisticados deben ser estudiados desde el punto de vista de la ergonomía. Los puntos de comunicación del “hombre a la máquina y de la máquina al hombre” (interfaces en la jerga informática), son de una importancia capital. Los interfaces ergonómicos de los sistemas hombre máquina son pues:

- a) La percepción de las informaciones señaladas
- b) Manipulación de los mandos

Se observa que hoy en día hay ciertos trabajos donde el obrero trabaja continuamente de pie, como el trabajo en torno, y en casi todas las máquinas herramientas. Grandjean recomienda una pose de trabajo en una máquina en la cual el operario puede trabajar de pie, sentado o en ambas.

Las medidas de la máquina mostrada (anterior y siguiente), son las siguientes:

|  |            |
|--|------------|
| Espacio para las rodillas                          | 30 – 65 cm |
| Altura del campo de trabajo por encima del asiento | 30 – 60 cm |

|  |              |
|--|--------------|
| Altura del campo de trabajo por encima del suelo | 100 – 120 cm |
| Holgura para el ajuste del asiento               | 80 – 100 cm  |

La altura del asiento y postura del trabajo que se recomienda para el trabajo de pie y sentado en ambos.

Pose para conducir un nivelador (graduador) que permite al chofer estar sentado o parado, el chofer tiene mejor vista cuando esta parado. Hettinger recomienda un asiento que esta montado sobre un brazo pivote. Cuando se ve al trabajador de pie, puede voltear el asiento hacia un costado. El asiento va al tallo del pivote para el trabajo sentado y puede ser empujado al lado para un trabajo de pie.

El profesor Dr. H. Schmidtke, en su libro Ergomia 2, Gestaltung von Arbeitsumwelt, 1974 recomienda un asiento para que un obrero este medio sentado. Este también puede ser de pie.

Pose de trabajo en la línea de ensamble con una silla para aminorar el peso de cuerpo y que permite estar medio sentado.

El asiento puede ser usado en una planta de madera y papel, sobre todo para que los obreros puedan atrapar los trozos de madera flotante sobre la corriente de agua para su transporte.

## EQUIPO Y MAQUINARIA

Schimidtke, según su experimentacin, desarrollo la fórmula siguiente para la altura del plano del trabajo:

## TRABAJO SENTADO

Altura del plano del trabajo = (Altura de hombro (sentado) x 80 cm) / 100  
 Altura del plano de trabajo = (Altura de hombro ( de pie) x 75 cm) / 100

En el libro Human Engenieering Guide to equipment Desig, los editores Morgan y Al (1963) afirman que la posición sentado es mejor que la posición de pie sobre todo cuando la utilización de pies es necesaria. Entre las razones citadas se encuentran las siguientes:

- El operario esta protegido contra la vibración y circulación, al mismo tiempo sus piernas están libres para accionar los controles.
- El operario puede utilizar las dos piernas simultáneamente.

## CONDICIONES GENERALES DE TRABAJO

El acondicionamiento de un puesto de trabajo para una población de talla grande, es diferente para una población de talla mediana o pequeña. En otros términos el acondicionamiento de los puestos de

trabajo debe tomar en cuenta las medidas antropométricas de la población particular de los trabajadores que laboran en estos puestos de trabajo.

#### **4.6 AMBIENTE LABORAL (CONDICIONES DE TRABAJO)**

Generalidades.

La salud, la satisfacción y la productividad implican, evidentemente la reducción al mínimo de las características fisiológicas. Con este fin conviene conseguir en los lugares de trabajo un ambiente favorable, que es sinónimo de ambiente térmico neutro o comfortable.

Un ambiente neutro es un ambiente que permite que la producción del calor metabólico, o termogénesis, se equilibre con las pérdidas de calor sensible (convección, radiación, conducción) las pérdidas de calor respiratorio y la respiración insensible, sin que haga falta luchar contra el calor o con el frío.

El imperativo de mantener un equilibrio térmico viene determinado por la condición homeotérmica del cuerpo humano. El hombre, debe mantener el cerebro, corazón y órganos del abdomen a una temperatura constante de 37°. Una desviación de este valor unos pocos grados puede ser el indicio de una muerte cercana, esta temperatura es la “central” o “core”.

Contrariamente, la temperatura de los músculos, de los miembros y sobre todo de la piel (temperatura externa o periférica) permiten ciertas variaciones.

Unas condiciones ambientales desfavorables al equilibrio térmico, producirán una tensión (stress), a la que el cuerpo humano responderá con mecanismos fisiológicos de termorregulación (strain), regidos por el centro del control térmico situado en el hipotálamo. Del grado de severidad de la respuesta dependerá que la persona sienta, según el límite superado confort, molestia o inconfort, dolor o incluso puede producirse el choque por el calor. De los primeros estados, confort e inconfort, se tratará en este capítulo como propios de la Ergonomía. Por otra parte la desviación de estados de confort sin llegar a consecuencias lesivas puede empeorar de forma sensible la seguridad como después se analizará.

Un breve repaso de todos los factores que intervienen en el equilibrio térmico es imprescindible para situar las condiciones de confort, comprender su evaluación y consecuentemente para adoptar las medidas mas oportunas de control.

TEMPERATURA

##### **4.6.1 CALOR AMBIENTAL**

La temperatura central del cuerpo humano es prácticamente constante (47grados), mientras que la temperatura de otras partes del organismo pueden variar de forma evidente (en particular, la temperatura de los músculos y de la piel). Para mantener la temperatura central constante, cualesquiera que sean las condiciones ambientales y el nivel de reproducción de calor del organismo, el cuerpo humano posee un sistema de autorregulación.

Antes de precisar cuales son los procesos fisiológicos de regulación térmica que permiten al cuerpo humano mantener la temperatura central casi constante, aun con condiciones exteriores variables, es necesario precisar como se efectúan los cambios térmicos entre el cuerpo y el medio ambiente.

Los cambios térmicos entre el cuerpo humano y el medio ambiente se efectúan según cuatro modalidades: por conducción, por convección, por evaporación, y por radiación.

### CAMBIOS POR CONDUCCIÓN

Se producen entre dos medios en contacto en inmóviles: los cambios por conducción son evidentes cuando hay una parte del cuerpo en contacto con un medio sólido: el suelo para un hombre parado, el asiento para una persona sentada, el brazo apoyado sobre la mesa, las manos manipulando objetos etc. Los cambios por conducción son importantes.

Estos cambios son mas grandes cuando la diferencia de temperatura entre los dos medios en contacto es importante y el coeficiente de conducción térmica es elevado. Los metales, la piedra tienen un coeficiente de conducción elevado, mientras que la madera, el corcho, el fieltro por ejemplo, tiene coeficientes, débiles de conducción, es decir que con estos materiales los cambios de conducción son menos importantes.

### CAMBIOS POR CONVECCION

Se producen entre el cuerpo y un fluido en movimiento: son importantes entre el cuerpo humano y el aire, y mayores cuando la diferencia entre la temperatura del aire y la del cuerpo es alta y más fuerte es el movimiento del aire.

### CAMBIOS POR RADIACIÓN

Existen cuando hay muchos cuerpos presentes. La importancia de los cambios por radiación depende de diferencia entre la temperatura de la piel y la temperatura de los objetos o superficies cercanos, pero no de la temperatura del aire. Así cuando el invierno esta cerca de una superficie de vidrio se experimenta una sensación de frío aunque la habitación este a buena temperatura, bien calefaccionada: en efecto, los cambios por radiación entre la piel y el vidrio son importantes.

### CAMBIOS POR EVAPORACIÓN

Se producen cuando el sudor que elimina el cuerpo humano se transforma en vapor, lo que implica pérdida de calor. Cierta cantidad de agua se evapora normalmente y de una forma prácticamente insensible (por respiración y transpiración). Es decir, que los cambios por evaporación dependen de la temperatura del aire, de la presión del agua (grado de humedad) y de la velocidad del aire.

Para que la temperatura central del cuerpo permanezca estable, es necesario que el balance térmico sea nulo, es decir que la pérdida de energía calórica por conducción, convección, radiación o evaporación equilibre la energía calórica producida por el organismo. Si el balance es positivo, hay aumento de la temperatura del cuerpo humano. Si es negativo hay disminución de la temperatura central y, en ambos casos, riesgos graves, hasta mortales, para el organismo. Surge finalmente desde ahora que los factores físico que determinan la amplitud de los cambios térmicos entre el cuerpo humano y el medio ambiente son los siguientes:

- La temperatura del aire: por los cambios de convección y evaporación
- La humedad relativa del aire: por los cambios de evaporación;
- El movimiento del aire: por los cambios de convección y evaporación;
- La temperatura de las superficies en contacto con el cuerpo humano (piso, mesa, asiento, maquinas herramientas). Para los cambios por convección, o la proximidad del cuerpo (paredes, techos, maquinas) para los cambios por radiación.

El cálculo de los diversos elementos del balance térmico es complejo y necesitaría de medidas múltiples y precisas; por lo tanto no es posible medir el balance térmico de cada trabajador en las condiciones concretas de su puesto de trabajo. Pero el conocimiento de las magnitudes físicas que se acaban de enumerar, permiten deducir la temperatura equivalente y apreciar si los datos del ambiente térmico de un puesto de trabajador son satisfactorios o no, teniendo en cuenta la tarea que debe efectuar el trabajador. Del trabajo efectuado depende en efecto el valor de la energía calórica (M) producida por el organismo. Este valor debe equilibrar los valores por los cambios de convección, conducción y evaporación que dependen a su vez de los valores físicos característicos del ambiente térmico de un lugar de trabajo.

Los estudios efectuados en laboratorio por los especialistas permiten determinar que a partir de que umbrales de temperatura, de humedad, etc..., el equilibrio térmico no puede realizarse, o se realiza dificultosamente, ya que el sistema de termorregulación humano no es limitado. Es posible entonces saber si para un trabajo dado, un ambiente puede ser tolerado muchas horas o, si por el contrario es necesario limitar la duración de la exposición.

CONFORT

La sensación de confort es una respuesta del mecanismo biológico de protección a cualquier perturbación del equipo térmico, que hace movilizar al hombre, arrojándose adecuadamente o bien modificando su vivienda. Esta sensación también es reflejo de los mecanismos de termorregulación.

Es un ambiente inconfortable, aparte de la sensación desagradable, existe una mayor disposición a cometer errores y a alterarse las actitudes de seguridad.

RAMSEY y colaboradores efectuaron 17,000 observaciones en la industria metalúrgica, en un estudio que duro 14 meses y que tenia como objetivo analizar el efecto de las condiciones térmicas respecto a las actitudes a la seguridad. Obtuvieron como conclusión una curva en forma de "U" cuando se representaban en ordenadas fallos en seguridad y en abscisas grados WBGT, siendo 17-23 grados los puntos donde la curva deja y vuelve a tomar carácter asintótico.

Basándose en estas conclusiones se comprende la importancia de mantener, desde el punto de vista de la seguridad, dentro el entorno de los valores confortables.

En todo caso este entorno no es fijo sino que debe establecer en cada tipo trabajo, con cada tipo de vestimenta y según el ámbito donde se efectúa este trabajo. Todos estos valores es necesario evaluarlos educadamente.

#### ADAPTACIÓN FISIOLÓGICA AL CALOR

A nivel de cada célula se efectúan transformaciones análogas a una combustión: la energía química de los alimentos, consumidos en las células en contacto con el oxígeno transportado por la sangre, se transforma en energía calórica y eventualmente en energía mecánica.

Para asegurar la permanencia de la temperatura central es necesario que el cuerpo pueda transferir al medio ambiente cierta cantidad de calor así producido. Para ello el cuerpo humano dispone de tres mecanismos:

- La circulación sanguínea, en particular la irrigación cutánea, porque es la piel la que esta en contacto directo con el medio ambiente. La sangre, al circular por el organismo, transporta el calor producido a nivel de las diversas células hasta la piel, de donde es transferido al medio ambiente según uno de los mecanismos físicos anteriormente descritos (convección, conducción, radiación, evaporación).
- La transpiración: para aumentar el fenómeno de evaporación, cuando es necesario en un ambiente caliente, el cuerpo humano puede acrecentar la transpiración.
- Aumento de la termogénesis: el cuerpo tiene la posibilidad de acrecentar la producción interna de calor, aumentando las reacciones de combustión al nivel de los músculos ( esto se traduce en escalofríos).

Hay que precisar la importancia de cada uno de estos procesos, según si el cuerpo humano esta ubicado en un ambiente frío, moderado o caliente.

## EFFECTOS DEL CALOR EN EL TRABAJO.

Algunos de los primeros y mas complejos experimentos sobre los efectos de los diversos estresores (incluyendo la temperatura) en el desempeño fueron llevados a cabo por Mackworth durante un periodo de siete años en la Applied Psychology Unit (Unidad de Psicología Aplicada) de la universidad de Cambridge. Tales experimentos se publicaron en 1950 y los experimentos acerca de los efectos del calor sobre el desempeño han formado, tal vez, las bases para numerosas investigaciones subsecuentes. Por tanto, es útil considerar con mas detalle la serie de estudio realizados por Mackworth.

Mackworth uso cinco tareas diferentes de desempeño en sus experimentos. En la primera denominada prueba de reloj, se probaba la vigilancia de los sujetos. Se les pedía que observaran la carátula de un reloj cuya manecilla se movía alrededor de la carátula con un salto cada segundo; sin embargo, ocasionalmente, después de intervalos largos e irregulares, la manecilla recorría una distancia doble de la usual y se pedía a los sujetos que respondieran (al accionar una llave) a este “estimulo”. Por tanto, esta tarea probada la habilidad del sujeto para mantenerse atento.

En un segundo grupo de dos tareas se probaban las habilidades cognoscitivas de los sujetos. En la primera, la prueba de recepción telegráfica inalámbrica, se pedía a 11 operadores experimentados en inalámbrica que llevaran a cabo su trabajo habitual de escribir rápidamente en clave Morse los mensajes que oían en sus audífonos. En la segunda prueba, la prueba de codificación, se presentaba a cada uno de los 12 sujetos una serie de formas cuadradas, planas pequeñas y un estuche para esas formas.

Su trabajo consistía en poner cada forma en la cavidad con la forma correspondiente en el estuche.

En el último grupo de otras dos tareas se probaba la ejecución de trabajo mas físico. Primero se media la fuerza del brazo en la prueba de jalado, en la que se pedía al sujeto que levantara y bajara un peso de 7Kg atado a una polea, por medio de estirar y doblar su brazo a tiempo con u metrónomo. Esto continuaba hasta que los hombres ya no podían levantar el peso otra vez. En la segunda tarea, la tarea del medidor pesado de seguimiento, se pedía al sujeto que mantuviera una manecilla en una posición especifica dentro de un tablero, para lo cual debía usar ambas manos con el fin de operar un control muy pesado, y este experimento tenia una duración de tres horas.

Cada prueba se realizaba bajo diferentes combinaciones de temperaturas de bulbo seco y húmedo (véase pagina 229), cuyos resultados se muestran de manera combinada en la figura 11.2. Como cada tarea producía diferentes tipos

de datos (es decir, tasa de fallas, número correcto, etc.) los resultados de estos cinco experimentos han sido reanalizados para mostrar las ejecuciones por grupo a cada temperatura, relativa a sus peores ejecuciones; en otras palabras, los ejes verticales indican el incremento porcentual en la ejecución en temperaturas diferentes.

En la figura 11.2 puede verse fácilmente que la ejecución en todas las tareas permaneció relativamente constante hasta que se alcanzaron las temperaturas de bulbo seco / húmedo de cerca de 30 / 24 a 32 / 27 grados C (de 86 / 75 a 90 / 80 grados F), después de las cuales la ejecución en todas las tareas decaía de manera dramática.

Además de considerar los niveles de temperatura críticos para la ejecución disminuida, Mackworth también investigó los efectos de tales variables como la experiencia de los sujetos y su motivación para completar la tarea.

Como un posible moderador de los efectos del calor, Mackworth consideró la experiencia de los sujetos tanto en la tarea del reloj como en la del telégrafo inalámbrico, y en ambas, sus resultados sugieren que, sobre todas las condiciones, la temperatura aumentada no afectaba las diversas destrezas de los grupos de manera diferente. Sin embargo, cuando se analizaron los resultados en términos de las distintas horas de mantenerse en observación sobre la tarea, las temperaturas altas parecieron afectar a los operarios no adiestrados en la hora final más que a los operarios adiestrados.

Para probar los efectos de los incentivos, cada sujeto que tomaba la prueba de jalado completaba la tarea dos veces. En una condición no se daba a los sujetos la menor idea acerca de cómo se desempeñaban, pero en la segunda condición, sabían sus resultados y se les urgía y alentaba a desempeñarse en cada ensayo un 25% mejor de lo que habían hecho previamente.

Como cabe esperar, los resultados de Mackworth demostraron que alentar a los sujetos tenía un efecto sobre la ejecución en su totalidad, de tal manera que el grupo con mayores incentivos trabajaba significativamente mejor que cuando no se les decía como lo estaban haciendo; sin embargo, sus datos también demuestran que las condiciones de temperatura no afectaban a los dos grupos de manera distinta. No obstante que la ahora predecible reducción en la ejecución ocurría después de los 29 a los 32 grados C (de 85 a 90 grados F), sucedió en los dos grupos en la misma extensión.

Varios estudios subsecuentes a los de Mackworth demuestran tendencias similares para una variedad de tareas (por ejemplo, fuerza de asimiento, Clarke, Hellon y Lind, 1958; destreza manual, Weiner y Hutchinson, 1945; una tarea de seguimiento, Azer, McNall y Leurig, 1972; y tareas cognitivas, Pepler, 1958).

## EFFECTOS 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 en el tejido por quemaduras, particularmente si la temperaturas de la piel son superiores a 45 grados C (113 grados F). Sin embargo, estos efectos 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.

Los efectos mas insidiosos de una temperatura elevada en el cuerpo ocurren si la puerta profunda del cuerpo se incrementa a más de 42 grados C (108 grados F) esto es, una temperatura central incrementada en 5 grados C (o 10 grados F) o más. Cuando esto ocurre, puede presentarse de repente un inicio de golpe de calor (hipertermia) con un colapso y, a menos que se trate con agentes enfriadores rápidamente, puede ocurrir la muerte inminentemente del individuo. E algunos casos, la pérdida de la consecuencia esta precedida por un periodo corto de debilidad general o de confusión y por una conducta irracional.

Como la hipertermia puede ocurrir si el cuerpo no es capaz de deshacerse del calor en exceso que se genera, parece que existen tres formas relacionadas de que esto suceda. La primera, por exposición a las condiciones del ambiente, tan húmedas que el cuerpo queda incapacitado para reducir el calor por medio del sudor que se evapora. Se produce un microclima alrededor del cuerpo, tal vez dentro de la ropa protectora, que se supersatura con agua y que, en consecuencia, altera la evaporación adecuada. Segundo, la hipertermia puede ocurrir cuando las condiciones del ambiente son demasiado calientes (pero no muy peligrosas) e interfieren con el sudor producido para enfriar el cuerpo. Finalmente, puede ser causado por los efectos aislantes de la ropa protectora, en cuyo caso el estrés resulta de un impedimento de la evaporación, debido, tal vez a la impermeabilidad de la ropa y a sus propiedades de retención de calor. Por tanto, resulta imperativo que la ropa protectora pueda disparar cantidades adecuadas tanto de calor como de agua, si se quiere evitar la hipertermia en condiciones de mucho calor.

Como el estrés por el calor es una función de la temperatura central del cuerpo más que de las condiciones externas, podría ocurrir aun si la temperatura de los alrededores fuera menor que el punto crítico de los 42 grados C (108 grados F). Así, el ejercicio físico extenuante puede, por si mismo, causar este golpe de calor si el nivel del calor metabólico liberado por el esfuerzo es mayor que la habilidad del cuerpo para deshacerse de su exceso. De hecho, después de revisar muchos estudios de esta aflicción, Shibolet, Lancaster y Danon (1976) argumentaron que el golpe de calor tienen mas posibilidades de afectar a individuos jóvenes altamente motivados que desarrollan un trabajo pesado, un entrenamiento militar o un entrenamiento atlético. En otras circunstancias, estos individuos descansarían cuando se sintieran cansados, tomarían líquidos cuando tuvieran sed, o se quedarían en casa si estuvieran enfermos. Por a una temperatura superior a la que lo rodea en el medio común. Al mismo tiempo, el calor se pierde constantemente del cuerpo por la radiación, la convección y la evaporación, de

manera que en condiciones normales de descanso, la temperatura del cuerpo se mantiene en estrecho rango de los 36.1 a los 37.2 grados Celsius, (de 97 a 99 grados F). Estas temperaturas se refieren a las condiciones internas del cuerpo y no simplemente a las temperaturas superficiales de la piel.

Mientras que las temperaturas de la piel pueden fluctuar en un rango bastante amplio sin que se produzca un daño grave en la ejecución o en la salud, la temperatura profunda del cuerpo debe mantenerse en un rango muy estrecho de temperaturas operantes.

El equilibrio térmico del cuerpo es mantenido por un sistema de autorregulación muy complejo, controlado por el hipotálamo, área del cerebro. Cada vez que el cuerpo necesita perder calor, esta área hace que se dilaten los vasos sanguíneos, que las glándulas sudoríparas produzcan un sudor frío, que se incrementa el ritmo del metabolismo del cuerpo. Sin embargo, en condiciones de frío, cuando el cuerpo necesita conservar y aun generar calor, el hipotálamo hace que los vasos sanguíneos se constriñan y que la sangre se desaloje de la superficie cutánea de las extremidades causando un color azulado, e incrementa el ritmo metabólico por medio de la inducción de actividades incontroladas de los músculos, las cuales son descritas como escalofríos. Así, pues por medio de estos procesos, temperatura óptima del cuerpo se mantiene en las condiciones ambientales externas mas adversas.

Sin embargo, en algunos casos, este sistema de autorregulación muestra ser inadecuado y el cuerpo pierde o gana más calor del que necesita. Cuando pasa esto, dependiendo de la cantidad de calor que se gane o se pierda, se puede llegar, progresivamente, a una reducción en el desempeño, a un daño en la salud e incluso a la muerte. Por tanto, cualquier análisis acerca de los efectos que tiene el calor en la salud y la ejecución. En la segunda parte, esos aspectos se examinarán en relación con las condiciones de frío. En la última parte se estudiarán los alejamientos menos extremos del balance óptimo y los efectos que este ejerce en la comodidad.

## CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE FRÍO

### EFFECTOS SOBRE LA SALUD (HIPOTERMIA)

De manera similar a la hipertermia, cualquier enfriamiento significativo del cuerpo 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 cardíaco. Así pues, una vez mas se requiere que la

temperatura central se aleje ligeramente de su temperatura optima ( en este caso de 2 a 6 grados C ) para que ocurra la muerte.

Seguido de la exposición al frío, el sistema de regulación del cuerpo produce calor rápidamente por medio de una actividad muscular aumentada, manifestada por un incremento en el tono muscular y por los escalofríos. El escalofrío violento parece que empieza sino hasta que la temperatura interna del cuerpo empieza a descender, pero, una vez que empieza, sus efectos pueden ser marcados, causando que esta tendencia a la caída de la temperatura se invierta y que la temperatura central empiece a ascender. Durante la etapa de escalofríos, el sistema cardiovascular responde al frío por medio de la construcción de los vasos sanguíneos periféricos que tienen el efecto de incrementar la presión sanguínea; sin embargo, si la temperatura interna sigue decayendo, el ritmo cardiaco disminuirá, debido a los efectos directos del mecanismo controlador del ritmo cardiaco. Cuando ya no puede compensar la pérdida de calor durante mas tiempo, la temperatura interna desciende hasta cerca de los 30 a los 33 grados c ( de 86 a 91 F), en que gradualmente se detienen el escalofrío, se deja de temblar y se reemplaza por una rigidez muscular.

El riesgo de la hipotermia en el trabajo es, probablemente, menor que el de la hipertermia, pues muy pocos ambientes laborales tienen probabilidades de llegar a ser lo suficientemente fríos para inducir una hipotermia en individuos activos y trabajadores, mientras usen ropa seca, abrigadora y protectora. Sin embargo, como ya se señaló, si la ropa protectora no disipa el exceso de calor producido en el cuerpo lo suficientemente rápido, se presentará entonces el problema inverso: la hipertermia.

La tolerancia a la exposición al frío, y por tanto la susceptibilidad a la hipotermia, varia grandemente entre los individuos; por ejemplo, Timbal, Loncle y Boutelier (1975) sumergieron a varios sujetos en agua fría a 30 grados C durante 15 minuto. Después de este periodo, las temperaturas internas de algunos sujetos habían descendido hasta dos grados C, mientras que otras habían descendido por solo una décima de esta cantidad. Estas diferencias en la susceptibilidad se deben, primordialmente, a los factores morfológicos, de los cuales la cantidad de tejido adiposo subcutáneo distribuido por todo el cuerpo parece ser el mas importante, pues funciona como un buen aislante, particularmente cuando los vasos sanguíneos se constriñen en respuesta al frío y envían la sangre hacia adentro, dejando menos sangre sobre la superficie cutánea. Además, el tamaño y el peso del individuo también son importantes para la susceptibilidad al frío. Esto se debe al grado de la pérdida de calor, que es proporcional a la superficie del cuerpo y a la cantidad de calor que puede generarse (tal vez, por medio de los temblores del escalofrío) dependiendo de la masas de tejido muscular activo del cuerpo.

## EFFECTOS DEL FRIO SOBRE LA EJECUCIÓN

Las condiciones de un ambiente frío que no son lo suficientemente severas para inducir a la hipotermia ( o en las que el trabajador esta adecuadamente protegido) pueden hacer que la ejecución disminuya.

Después de revisar diversas investigaciones acerca de los efectos de un ambiente frío sobre la ejecución humana, Fox (1976) concluyo que el frío puede afectar la ejecución en cinco áreas: a) sensibilidad táctil, b) ejecución manual, c) seguimiento, d) tiempo de reacción, y e) conductas complejas; sin embargo, estas cinco conductas pueden subdividirse en dos categorías: ejecución motora y ejecución cognoscitiva.

#### **4.6.2 ILUMINACION Y COLOR**

La banda de espectro electromagnético comprende el conjunto de algunas frecuencias de la energía irradiada, del nivel mínimo de un Hertz (1Hz) para el principio de la banda de transmisión de la energía eléctrica hasta un nivel máximo de  $10 \times 10^{24}$  hertz para los rayos cósmicos. La banda de los rayos visibles forma una pequeñísima porción del espectro sea, de 380 nm (1nm, nanómetro  $10 \times 10^{-9}$  metros) a 180 nm. Esa representa la zona de la luz blanca, la luz blanca esta compuesta de una mezcla de diferentes colores, violeta, azul, amarillo, y rojo.

#### **4.6.3 RUIDO**

El nivel de ruido se debe controlar de tres formas. La mas recomendable y mas difícil es reducir el nivel de ruido en su fuente. Esto implica una dificultad por que es necesario rediseñar equipos como martillos neumáticos, prensa de forja de vapor, martillo de golpe y cepillos y ensambladores de madera de tal forma que se mantenga la eficiencia del equipo y el nivel de ruido dentro de los intervalos de tolerancia. En algunos casos se pueden sustituir por instalaciones operativas de menos ruido por ejemplo se puede sustituir un remachador hidráulico por un neumático, una maquina operada con energía eléctrica por una operada con vapor. El ruido de baja frecuencia en la fuente se controla con efectividad si se colocan soportes de hule y se da mejor mantenimiento y alimentación al equipo.

Si el ruido no se puede controlar en su fuente, entonces se deben investigar las posibilidades e aislar el equipo responsable del ruido, es decir, de controlar el ruido que emana de una maquina encerrando todo o una parte de la instalación con un material aislante. Muchas veces es posible reducir el ruido ambiental aislando la fuente de ruido del resto de la estructura; esto evita el efecto de repetición o el eco del ruido y se puede lograr si se monta la instalación en algún tipo de elastómero para amortiguar el ruido intermitente.

Cuando la operación de las máquinas no es afectada por el aislamiento y accesibilidad se deben de considerar los siguientes pasos para asegurar un diseño satisfactorio de aislamiento:

1. establecer con claridad las metas del diseño y determinar el desempeño acústico requerido para aislar. Establecer los criterios por octavas de banda a tres pies (1 mt) de las superficies principales de la maquinaria.
2. tomar mediciones reales de los niveles de ruido por octavas de banda del equipo que se va a aislar, en los lugares recomendados en el paso uno
3. determinar la acumulación de ruido y después el nivel de ruido neto cuando se usan instalaciones múltiples
4. determinar la atenuación de espectro de cada encierro. Esta es la diferencia entre el criterio de diseño del paso uno y el nivel de ruido neto determinado en el paso tres
5. seleccionar los paneles acústicos y la configuración de las paredes para el aislamiento (ver la siguiente tabla de materiales para aislamiento relativamente pequeños)

**Tabla de materiales aislantes de áreas ruidosas**

| Frecuencia central en octava de banda                              | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
|--|-----|-----|-----|------|------|------|
| Acero de calibre 16  | 15  | 23  | 31  | 31   | 35   | 41   |
| Acero de 7 mm  | 25  | 38  | 41  | 45   | 41   | 48   |
| Triplay (madera terciada) de 7 mm<br>0.32 kg / 0.1 mt <sup>2</sup> | 11  | 15  | 20  | 24   | 29   | 33   |
| Triplay de ¾" 0.9kg / 0.1mt <sup>2</sup>                           | 19  | 24  | 27  | 30   | 33   | 35   |
| Aplanado de yeso de 14 mm,<br>1kg/0.1mt <sup>2</sup>               | 14  | 20  | 30  | 35   | 38   | 37   |
| Fibra de vidrio de 7 mm 0.23kg/0.1mt <sup>2</sup>                  | 5   | 15  | 23  | 24   | 32   | 33   |
| Plomo de 0.2mm, 0.45kg/0.1mt <sup>2</sup>                          | 19  | 19  | 24  | 28   | 33   | 39   |
| Plomo de 0.4mm, 0.9kg/0.1mt <sup>2</sup>                           | 23  | 24  | 29  | 33   | 40   | 43   |

Nota: si no se puede reducir el ruido en la fuente y si la fuente de ruido no se puede aislar en cuanto a la acústica, entonces tal vez la absorción acústica proporcione resultados benéficos.

#### 4.6.4 VIBRACIONES.

Generalidades.

La tecnología moderna permite el perfeccionamiento de los diferentes tipos de transporte tales como la navegación, la aviación así como el transporte ferroviario y el automóvil. También ha contribuido al desarrollo de diferentes tipos de maquinaria estacionaria como las centrales térmicas, hidroeléctricas y nucleares o las máquinas móviles como los tractores agrícolas o las máquinas de construcción.

Las vibraciones se producen a causa de un ligero desacoplamiento de los órganos rotativos o de los mecanismos que tienen un movimiento de vaivén de la máquina. Particularmente se piensa en el efecto que tiene una carretera sobre las ruedas y el sistema de suspensión de un vehículo, en el efecto de las olas sobre los buques, o el efecto de circulación de aire sobre el fuselaje y las alas de un avión estos crean interacciones complejas que producen vibraciones indeseables.

La vibración es indispensable porque reduce la vida eficaz de la máquina y también porque tiene un efecto nefasto sobre el operador.

### EFECTOS EN LA SALUD.

Desde el punto de vista ergonómico no se estudian los efectos que produce la vibración en el hombre. De esta forma se puede informar al diseñador con el fin de que minimice las vibraciones lo más posible, después debe informarse al operador sobre los nefastos efectos que ocasionan las vibraciones.

El estudio del efecto de las vibraciones sobre el hombre se origino en los años de 1930 en Alemania, Inglaterra, y en los Estados Unidos. En 1962 Coerman utilizó la teoría de la impedancia mecánica de los sistemas con uno o varios grados de libertad para estudiar los efectos de las vibraciones sobre el cuerpo humano. Fueron establecidas algunas curvas de impedancia para las vibraciones longitudinales de una persona sentada o de pie para las gamas de frecuencias de 1 a 20 Hz. De esta forma se estudiaban la influencia de las diferentes posturas. Se puede definir a la impedancia mecánica de "Z" de un cuerpo como sigue:  $Z = P/X$ , Z= impedancia mecánica, P= fuerza, X= velocidad del punto donde la fuerza era transmitida. La figura 64 muestra la impedancia mecánica de un hombre de pie o sentado sobre una tabla vibrante.

Se ha observado que las personas sordas, las cuales tiene dañado el oído interno no son aquejadas por el mal del transporte, también se ha observado que un individuo será mas propenso al mal del transporte si el tiene los ojos vendados que cuando el pueda ver a su entorno.

### EFECTOS DE LAS VIBRACIONES SOBRE LA COMODIDAD.

Cada órgano del cuerpo tiene su propia frecuencia natural, cuando la frecuencia de un vehículo o de un instrumento coincide con la frecuencia de un órgano que esta directamente en contacto con este órgano entrará en resonancia, es decir que la amplitud de su vibración será superior a la de la máquina o instrumento provocando así un violento desplazamiento del órgano.

Según Coermann, el cuerpo humano reacciona hasta 2 Hz. Se una vibración, como una masa pura, es decir, sin desplazamiento relativo de los diferentes órganos; provocando así un violento desplazamiento del órgano.

La misma investigación mostró que las resonancias del cuerpo entero (whole body resonances) aparecen entre las siguientes frecuencias: 3-6 Hz y 10-14 Hz

Transmitibilidad de una vibración en una superficie vibrante. En las diferentes partes del cuerpo humano (sujeto sentado) de R. D. Soule. "The industrial environment its evaluation and control" U.S. Department of Health, education and Welfare, 1973.

## CRITERIOS DE EXPOSICION

La organización internacional de estandarización (ISO) realizó una compilación de todas las publicaciones pertinentes al efecto de las vibraciones en el hombre y público una norma sobre la exposición permitida para los individuos con vibraciones globales en el cuerpo. Esta norma es reconocida como la mas actualizada para evaluar los efectos de las vibraciones.

Las normas ISO 2613 – 1978 definen y dan los valores numéricos de los límites de exposición en el caso de vibraciones transmitidas por superficies sólidas para frecuencias que varían de 1-80 Hz. Estas explican las vibraciones senoidales y aleatorias. Estos límites corresponden a tres criterios necesarios para asegurar el confort, la capacidad en el trabajo, la seguridad y la salud. Los límites establecidos se dividen como sigue:

- Límite de la capacidad reducida por la fatiga.
- Límite de exposición.
- Límite del confort reducido.

Este límite de la capacidad reducida por la fatiga en función de la frecuencia y del tiempo de exposición es representado en la figura 71 para vibraciones longitudinales ( es decir en la dirección de los pies o del asiento a la cabeza).

LIMITE DE LA CAPACIDAD REDUCIDA POR LA FATIGA.

### **4.6.5 VENTILACION.**

Generalidades.

Este sistema de ventilación es utilizado tanto para mantener un microclima confortable, empleando aire refrigerado en verano, y calentado en invierno, como

para mantener las condiciones de los contaminantes por debajo de los valores límites permisibles.

Este sistema solo resulta práctico cuando el contaminante no es demasiado tóxico y su emisión es uniforme y esta localizada durante el proceso, como ocurre en determinadas operaciones industriales.

Para calcular el volumen de aire necesario para la dilución de los contaminantes se utilizan las expresiones.

Según que el TLV venga expresado en mg/m<sup>3</sup> o ppm

Siendo Q= Caudal de aire necesario en m<sup>3</sup>/hora (25°C y 760 mmHg) para diluir el contaminante.

P= Peso del contaminante generado en g/hora

P<sub>m</sub>= Peso molecular del contaminante.

K= Coeficiente de seguridad(4-10). Se determina teniendo en cuenta los conceptos que figuran en la tabla que se adjunta.

Si sustituimos en la expresión anterior  $P=v \cdot d$  siendo

V= Volumen del contaminante evaporado en m<sup>3</sup>/h.

D= Densidad en kg/dm<sup>3</sup>.

Para realizar la ventilación por dilución se debe seguir el siguiente orden:

- a) Determinar la cantidad de aire necesaria para la dilución del contaminante.
- b) Situar las bocas de aspiración, si es posible, próximas a los focos de contaminación.
- c) Situar la aspiración y suministro de aire de forma que todo el aire empleado pase a través de la zona contaminada.
- d) Reemplazar el aire extraído por aire puro, acondicionado si es posible, mediante ventiladores apropiados.
- e) Si es posible utilizar un sistema combinado de impulsión y extracción.
- f) Deberá evitarse la proximidad de las bocas de entrada y salida para evitar recirculación de aire contaminado.

En el cuadro de la página siguiente se señalan diferentes formas de localización de ventiladores y de entradas de aire utilizadas en ventilación por dilución indicando la efectividad de cada una de ellas.

Los volúmenes que se requieren son mucho menores, ya que capturan el contaminante en la zona próxima a su emisión y su ventaja radica en su eficacia al evitar la difusión del contaminante en el ambiente.

Este sistema de ventilación resuelve la mayoría de los problemas higiénicos por grave que sean.

#### EFECTOS EN EL TRABAJO.

Se ha probado que el rendimiento de los trabajadores la productividad y los beneficios de las empresas están en relación directa con el interés de sus dirigentes por la seguridad y salud de su personal-

El problema de los riesgos industriales en los tiempos presentes es particularmente intrincado, especialmente los problemas ambientales como consecuencia de los productos y substancias químicas que se usan en la industria; muchas de las cuales se sabe que son tóxicas y en otras existen posibilidades de que lo sean.

Todos los métodos de prevención que hemos mencionado en este manual pueden aplicarse en algunas variantes a los diversos trabajos industriales, pero, para que sean efectivos debe siempre de confiarse la protección a más de uno de los métodos señalados.

En aquellos lugares donde los trabajadores sólo constituyen la única fuente de contaminación ambiental, la corriente normal de aire es generalmente suficiente para poder mantener una atmósfera saludable y cómoda. Debe tenerse presente que cuando la corriente de aire introduzca menos de 3 metros cúbicos de aire puro por minuto y por persona, deberá aplicarse el método forzado de ventilación general.

Una ventilación satisfactoria es necesaria por las siguientes razones:

- Para neutralizar o eliminar el olor propio de la persona debido al sudor, al humo de los cigarrillos donde es permitido fumar, etc.
- Para suministrar el movimiento del aire, a fin de mejorar la evaporación de la superficie de la piel de los trabajadores.
- Para proporcionar un movimiento del aire y evitar ciertos olores, que sin ser tóxicos son incómodos.
- Para eliminar el calor excesivo que eventualmente podrá producirse como parte de los procedimientos industriales.

#### EFECTOS EN LA SALUD.

El aire está compuesto aproximadamente del 12% de oxígeno, 78% de nitrógeno y vapor de agua y trazas de otros gases, que en su mayoría son inertes, excepto el bióxido de carbono que forma aproximadamente 0.03%. Por algún tiempo se sostuvo que las variaciones en la composición química del aire eran responsables de ciertos malestares orgánicos. Sin embargo, ahora se acepta generalmente que el organismo humano, dentro de ciertos límites tolera las variaciones del contenido químico del aire puro. Se acepta que las características físicas del aire son mucho

más importantes para el organismo que su composición química; sin embargo, las legislaciones de diversos países establecen normas de pureza química en términos del contenido de bióxido de carbono, como una medida de buena ventilación.

Los problemas del aire contaminado, o sea el aire con partículas de sustancias tóxicas en suspensión, consisten en descubrir los contaminantes peligrosos para la salud. Es indudable que los contaminantes en el aire afectan al organismo humano; sin embargo, en muchos casos, no hay todavía suficiente evidencia de los defectos de los agentes, ya sea solo o combinado.

Muchos investigadores opinan que los contaminantes en el aire atmosférico impiden la entrada de una gran porcentaje de los rayos solares, que normalmente evitarían la propagación de enfermedades producidas por bacterias. Han llamado la atención al hecho de que los rayos ultravioletas no puedan filtrarse a través del polvo y del humo mediante el uso de aparatos para obtener muestras del aire ambiental, pueden medirse y analizarse los contaminantes del aire, y una vez conocido su origen y concentración pueden tomarse las medidas necesarias para hacer frente al problema que dichos contaminantes presentan. Existe un variado número de dispositivos para recoger o tomar las muestras de gases, vapores o polvos que contaminen el aire, para ser más tarde analizados. Los métodos para eliminar o disminuir los factores de los contaminantes son diversos y se adaptan a la naturaleza del contaminante mismo. Por ejemplo, con la altura de una chimenea se pretende diluir los contaminantes y sus efectos en las capas superiores de la atmósfera exterior; llevar el aire contaminado a través de una columna de agua es otro de los medios efectivos para eliminar los contaminantes concentrados; otros métodos consisten en transformar el contaminante en una sustancia menos tóxica por medio de la combustión; otras sustancias que contaminan el aire se eliminan por dilución en agua o en un líquido que los neutralice. También se emplea en otros casos la fuerza centrífuga, colectores húmedos y la precipitación electrostática (especialmente para polvos). En otros casos se emplean las ondas ultrasónicas para precipitar determinadas sustancias.

En los últimos años el progreso hacia la eliminación de los contaminantes del aire ha hecho grandes conquistas. En muchas ciudades industriales existen organismos autónomos que ejercen control de la atmósfera, para investigar los distintos contaminantes que han presentado problemas graves para la salud; no solo para los trabajadores, sino de toda la población en general. Estos estudios e investigaciones tratan de encontrar métodos más adecuados para controlar los contaminantes y evitar que pasen a la atmósfera. Debe llamar la atención el hecho de que una cantidad importante de trabajadores pasan la tercera parte de su tiempo en el trabajo, en un ambiente generalmente caluroso, viciado, polvoriento, etc. Y de ahí resulta que el estado de su salud depende del control que se tenga del ambiente dentro de las fábricas. Es también necesario evitar que el aire atmosférico del exterior se contamine con sustancias tóxicas ya que la salud de la población depende del aire que respira.

## LAS MEDIDAS DE LOS OBREROS MÁS GRANDES

Deberán ser utilizadas para determinar los espacios libres. En varios casos se observa que el espacio de trabajo para las rodillas no es suficiente para asegurar los movimientos libres de piernas.

## LAS MEDIDAS DE LOS OBREROS MAS PEQUEÑOS.

Son utilizadas para determinar los límites de la distancia conveniente para hacer el trabajo.

Consideraciones de las condiciones generales:

- a) El operador no puede desplazar su asiento hacia arriba
- b) El operador no puede replegar sus rodillas
- c) El operador no puede estirar exageradamente su cuello
- d) El operador no puede aumentar el alcance de sus brazos
- e) El operador no puede ver a través de las personas o de el equipo

## 4.7 APLICACIÓN DE UN SISTEMA ERGONÓMICO

### ALCANCES DE LA ERGONOMÍA

Es un conjunto de variables incidentes en el trabajo:

1. Funcionalidad del puesto de trabajo, contempla:

- Perfiles diversos de las tareas en relación con:

Duración del ciclo

Tipos de tarea: Rutinarias, cantidad de tarea, tamaño de lote, calidad requerida.

- Cohesión del sistema h-m
  - Mayor o menor mecanización
  - Utilización de equipo técnico auxiliar
  - Requisitos ergonómicos del equipo
  - Mayor o menor colaboración de los trabajadores
  - Perfil del clima laboral
- Incorporación de las tareas adicionales
  - Preparación de las máquinas
  - Manipulación de materiales
  - Inventarios

- Control de calidad
- Trato con el público

Los sistemas ergonómicos pueden definirse como la metodología de introducción al conocimiento adecuado de la ergonomía en sus puntos de clave de los procesos de proyección del trabajo.

## DECISIONES DE DISEÑO

1. Establecimiento de los objetivos
2. Separación de funciones
3. Distribución de funciones a hombres y a máquinas

## PRINCIPIOS

- a) El hombre debe ser protegido contra los peligros y la incomodidad
- b) Las relativas ventajas del hombre sobre las máquinas deben ser aprovechadas

Ejemplos: Gran versatilidad en habilidades de manipulación.

Poder enfrentar lo impredecible y lo impronosticable  
 Poder anticipar  
 Gran sensibilidad y amplia extensión de los sentidos  
 Algunos sentidos son multifuncionales, por ejemplo, los ojos, en la localización, el movimiento y el color  
 Sentidos excelentes para la detección de las formas  
 Sentidos que detectan señales a altos niveles de ruido  
 El hombre es mejor para la corrección de errores  
 El hombre es bueno para el razonamiento inductivo  
 La memoria del hombre tiene un amplio almacén con múltiples accesos  
 El hombre es mejor para principios y estrategias

## SISTEMAS SIMPLES

Planeación del trabajo en términos de grupo visual entre los diversos grupos de trabajo.

- Vinculación de los puestos de trabajo individuales
- Establecimiento de objetivos grupales
- Adaptación del trabajo en grupo

## SISTEMAS COMPLICADOS

Modelos del sistema de producción.

- La línea adaptada a la máquina.- la manipulación de los materiales esta mecanizada casi completamente.
- La línea adaptada al ritmo del hombre.- el freno y la velocidad no dependen solamente de un sistema mecánico, se adapta el ritmo de trabajo de la línea y el ritmo de trabajo individual.
- La automatización del proceso.- las operaciones similares, aunque los productos sean diferentes.
- Grupo por proceso diversificado.-combina el sistema de operaciones afines con el sistema de la línea adaptada a la máquina para ejecutar secuencialmente las operaciones
- Grupo de actividades de servicio.-se adapta a las necesidades de naturaleza variable de las tareas.
- Grupo en actividades de construcción.- el producto es el eje de la organización, su característica principal es el trabajo en el grupo.
- Unidades de producción organizadas en función del producto.- consiste en organizar unidades de producción capaces de fabricar productos de manera autónoma.

## ANEXO

Dependiendo de los factores de las tareas y de los factores exteriores a ella

Factores Individuales o socio culturales:

- Edad
- Capacidad psicomotora
- Herencia sociocultural
- Nivel de instrucción
- Formación profesional
- Aprendizaje
- Experiencia

Factores Ambientales:

- Ruido
- Calor
- Contaminación

El trabajo mental.- Se puede distinguir como el tratamiento de la información.

La carga mental comprende los siguientes factores:

- Alto nivel de vigilancia
- Tomara decisiones
- Aislamiento
- Monotonía

Fatiga.-Es el efecto de la realización de esfuerzos en la ejecución de un trabajo.

Se distinguen diversas formas de fatiga:

- Fatiga muscular (efecto sobre el músculo)
- Fatiga nerviosa (carga muscular) o (carga en organos sensoriales)

## NIVELES DE FATIGA

Normal o fisiológica.- implica un deterioro pasajero de una parte del organismo.

Fatiga crónica

Fatiga patológica

Fatiga física: relativa a los músculos y sistema cardiovascular.

Fatiga mental: provocada por la manifestación funcional del sistema nervioso central

## MEDIOS PARA COMBATIR LA FATIGA

- Simplificar las tareas.
- Simplicidad de movimientos.
- Reparto equitativo de la carga de trabajo entre manos y pies.
- Facilidad de ejecución.

Mantener los esfuerzos elegidos

- Debajo de los límites de tolerancia.

Reducir los factores negativos

- Sobre la atención
- Comunicación
- Motivación

Asegurar el entorno ambiental

- Mejorado
- Optimo

Procurar el reposo

- Pausas
- Periodos convenientes

Abastecer de calorías al organismo

- Actividad sedentaria 2400 cal
- Trabajos manuales 2700 cal
- Trabajos manuales medios 3000 cal
- Trabajos difíciles 3600 cal

Para la programación del trabajo se considera:

- Duración de la tarea
- Necesidades de producción
- Tiempos de reposo
- Organización del trabajo
- Formación de grupos de trabajo
- Tipos de trabajo

## **CUESTIONARIO**

1. ¿Qué factores intervienen en el rendimiento del operario?
2. Cual es el objetivo principal de la ergonomía:
3. Mencione las principales técnicas de la medición del trabajo:
4. ¿Cómo se clasifican las pausas del descanso?
5. ¿Cuándo se dice que el trabajo es estático y cuando se dice que es dinámico?
6. Cuales son los aspectos de la carga mental en la posición estática:
7. Explique la relación hombre-maquina-medio ambiente:
8. Identifique los principios de un sistema ergonómico:
9. ¿Qué modelos de sistemas de producción existen?
10. Describa los criterios que caracterizan el esfuerzo de movilización de la atención:

### **Practica**

Realice el rediseño de una bicicleta estática.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

OIT. Diseños Ergonomicos de Maquinas. OIT. Ginebra Suiza 1971  
 Mc Cormick. Ingeniería de los Factores Humanos. Mc Graw Hill. Nueva York 1964  
 Mc Cormick. Ergonomía. Gustavo Gili. Barcelona España 1978

Ramírez Cabasa. Ergonomía y Productividad. Editorial Noriega Limusa 1991